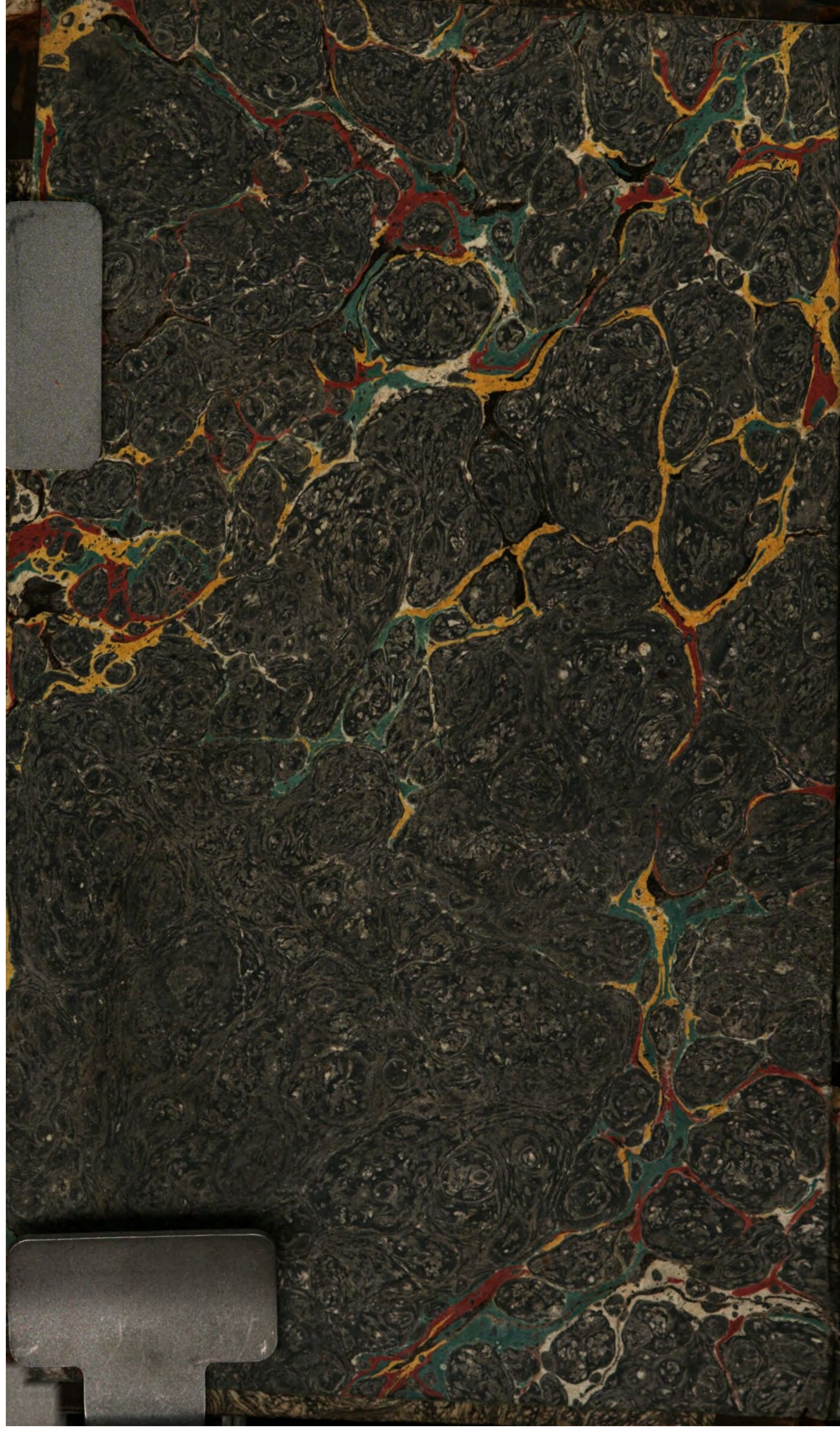
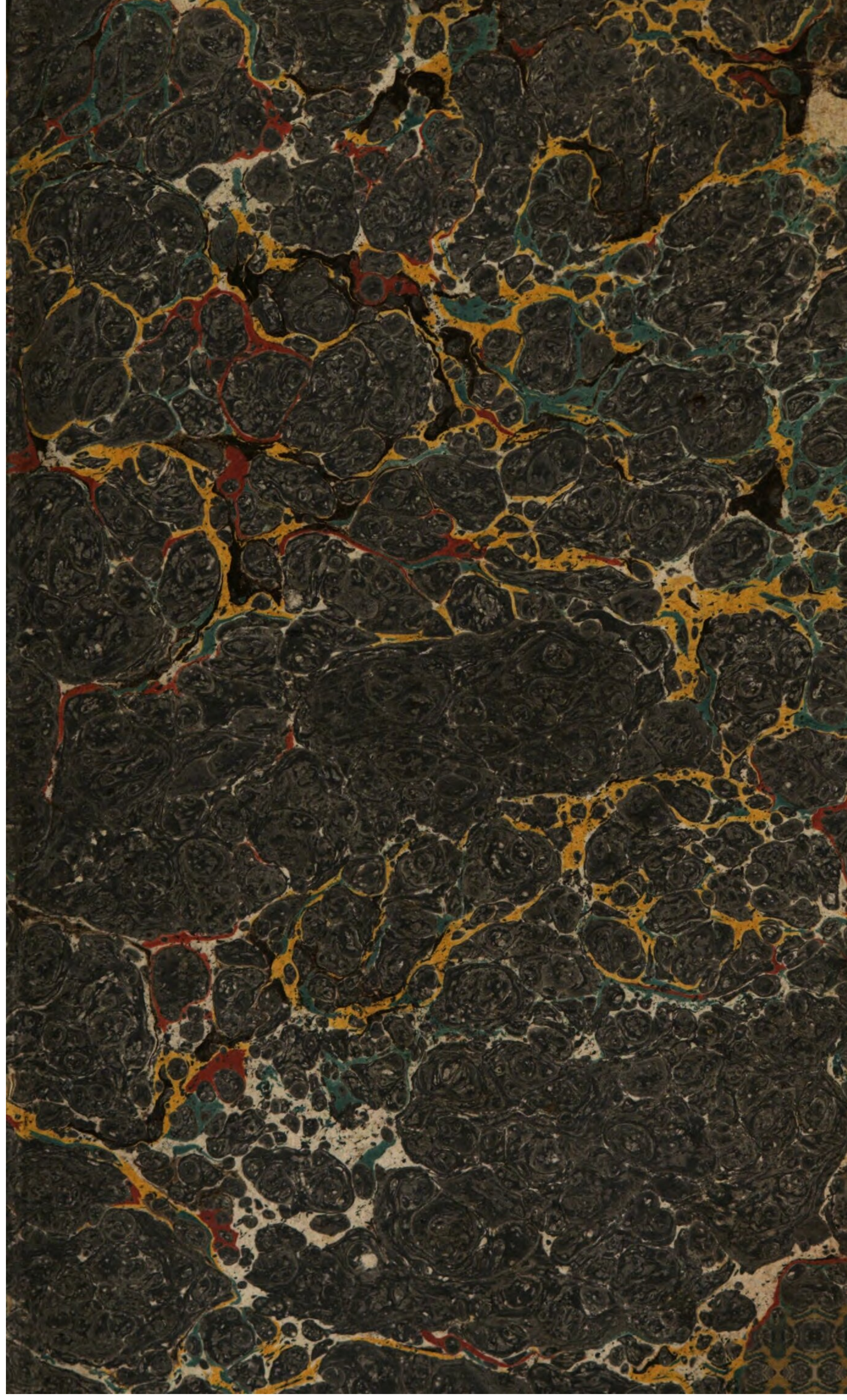








Phys.

~~Physigen 439~~

Phys. g. 9.

Physica. Systemata & methodi:
193.

R

NB. Ist nur die 1^{te} Teil reysen.

ANFANGSGRÜNDE
DER
NATURWISSENSCHAFT

VON
S. A N S C H E L

*Doctor'n der Medicin und Chirurgie, Professor'n
der Physik und Chemie an der hohen Schule des
Departements vom Donnersberg und ausübendem
Arzte in Mainz.*

ERSTER THEIL.

ALLGEMEINE NATURWISSENSCHAFT.

Mit einer Kupfertafel.

Mainz,
gedruckt bei C. F. PFEIFFER, Prefecturbuchdrucker.
Germinal, 9ten Jahrs — 1801.

ANFANGSGRUND

NATURWISSENSCHAFT



ERSTER THEIL

ALLGEMEINE NATURWISSENSCHAFT

Mit einer Kupfertafel

Verlegt bei C. F. Neumann, Neudamm-Strasse 11, Berlin

DEM
GROSSEN PHYSIKER
J. A. C. CHAPTAL,
MITGLIED
DES NATIONALINSTITUTS,
FRÄNKISCHEN
MINISTER DES INNEREN,
UND
STAATSRATHE.

DE

GROSSE RUSSE

J. A. C. CHAPLAIN

WITTE

DES NATIONALINSTITUTS

FRANKE

MINISTER DES INNERN

UND

STAATSBATH

FOLGENDE Anfangsgründe enthalten die Grundsätze, nach welchen ich die Naturwissenschaft öffentlich lehre. Die Herausgabe derselben haben Hoffnungen und Bestrebungen, meinen Vorlesungen einen ausgebreitern Nutzen zu verschaffen, beschleunigt; sonst würden sie vielleicht mit wenigern Mängeln zum Vorscheine kommen.

Ich habe in der allgemeinen Naturwissenschaft auch den organischen Körpern allgemeine Betrachtungen gewidmet; weil ich Lebenswirkungen in keinen andern, als in den der Materie wesentlichen Kraftäusserungen suchen zu dürfen glaubte; weil meiner Ueberzeugung nach, die Begriffe, deren die Chemie überhaupt, und die Heilkunde insbesondere be-

dürfen , einzig und allein in der Naturwissenschaft urbar gemacht werden können; aber auch gemacht werden müssen, wenn jene den Namen wissenschaftlicher Kenntnisse führen, oder mit Kenntnissen solcher Art zusammen hängen sollen. Würden sich hingegen in den Naturprodukten, würden sich in dem Zusammenstosse gewisser Körper auch solche Kräfte entwickeln, von welchen sich gar keine vernunftmässige Vorstellung machen liesse, oder die von irgend etwas Höherm abzuleiten wären: so wüsste ich nicht, wie Naturwissenschaft bestehen könnte, oder auf irgend eine Art möglich sein sollte; und so dächten also diejenigen nicht unrichtig, welche Naturlehre als den Schauplatz betrachten, wo man nur seh' und höre, wie man mit Naturerscheinungen nach Lust und Belieben sein Spiel treiben könne.



ANFANGSGRÜNDE DER NATURWISSENSCHAFT.



EINLEITUNG.

I.

Durch was für Prinzipien die Naturwissenschaft begründet werden muss.

DER Name *Wissenschaft* in seiner wahren Bedeutung kommt ausschliessend einem Systeme von Erkenntnissen zu, worin alles Wissen apodiktisch ist, næmlich einem Inbegriff von Erkenntnissen der Art, die in Ansehung ihres Zusammenhangs so wohl als der ursprünglichen Verbindungen der Vorstellungen ihre Quelle *a priori* haben.

Der Pfad der Wissenschaften ist diesemnach zwischen enge Græenzen eingeschlossen, die aber eben so unerlasslich nothwendig als deutlich zu erkennen sind. Man will næmlich den Wahrnehmungsurtheilen, oder den Erkenntnissen *a posteriori* allen Antheil an dem absprechen, was Wissenschaften begründet, weil diese mit dem Karakter derselben nicht vereinbar sind. Denn Wahrnehmungen sind nur dienstbare Stoffe, deren zwar Wissenschaften auf mancherlei Weise bedürfen. Da aber ihr Vorhandensein und ihr Inhalt eine Sache des Zufalls ist, und ihre Verhältnisse, wenn sie ein Gegenstand der Erkenntniss werden sollen, aus anderweitigen Prinzipien bestimmt werden müssen, so können sie die evidenten Grundlagen nicht abgeben, auf welche Wissenschaften sich stützen müssen.

Die Naturwissenschaft hat, wie die Folge lehren wird, das grosse Ziel, die auf unabänderliche Gesetze gegründete

Ordnung in allen Erscheinungen und den unverbrüchlichen Zusammenhang, der dadurch in allen vorstellbaren Theilen des Weltalls besteht, darzuthun. Von Wahrnehmungen, empirischen Anschauungen ist jene Ansicht, die den Erscheinungen Bedeutung gibt, und diese hinwiederum verstændlich und begreiflich macht, so weit entlegen, dass sie nur durch unwandelbare, durch sich selbst begründete, unumstössliche Prinzipien erœffnet werden kann.

Es ist allerdings wahr, dass ihren Kausalverbindungen nach selbst empirische Anschauungen in allen Graden intensiver Grössen aus gleich grossen dynamischen Einflüssen entspringen. Allein solche Bestimmungen haben sie nicht durch sich selbst, vielmehr ist jeder Gegenstand der Empfindung für sich genommen ausser aller Beziehung und in allen seinen Theilen isolirt und erwartet erst die Anwendung der dem Verstande eigenthümlichen

Gesetze, um in dessen Vorwurf verwandelt zu werden. Gehen wir weiter, so findet sich, dass es mit allen vorstellbaren Ereignissen der Natur im Kleinen so wohl als im Grossen dieselbe Bewandtniss habe. Es ist immer der Verstand, der sie mit dem Ganzen des Weltalls in verständlicher Einhelligkeit verknüpft, und nur durch und aus sich selbst fasst er die Entwürfe, nach welchen er überall innere und äussere Verhältnisse unterscheidet und am Ende die Gegenstände seiner Nachforschungen, gemäss den erforderlichen Gesichtspunkten, mit seinen Grundbegriffen in Uibereinstimmung bringt.

Es müssen sich indessen Nachforschungen, die nicht inhaltslos sein sollen, auf Materialien möglicher Anschauungen beziehen, und Vorstellungen überhaupt haben keine wahre oder reale Bedeutung, wenn sie sich auf nichts, was in Anschauungen angeblich ist, beziehen. Folglich können auch Prinzipien

ihren wahren Inhalt oder ihre Bedeutung nicht anders als durch anschauliche oder sachliche Objekte, [die sie bezeichnen, oder auf welche sie Beziehungen haben, verbürgen.

Kann ein Gegenstand in der Anschauung gegeben werden, so findet Erfahrungserkenntniss von demselben statt. Aber von der Uibereinstimmung der verbundenen Theilvorstellungen mit dem Gegenstande hängt es ab, ob eine Erfahrungserkenntniss wahr sei. Ein irriges Urtheil, das auf der Verwechselung der subjectiven Bestimmungen mit objektiven beruhet, heisst *Schein*. Dieser heisst *transscendental*, wenn die Vernunft in so weit Antheil hat, dass sie ihre subjectiven Maximen als objektive betrachtet. Uibersteigt sie auf diese Art die ihr angewiesenen Grænzen, um Erscheinungen zu erklären, so erzwingt sie *hyperphysische*, *transscendentale Hypothesen*. Diese dürfen nie gestattet werden. Durch sie vertritt sich die Vernunft ihren

eigenen Weg , sie findet nicht , was sie suchte, und es bleiben ihr nur täuschende Irrwische sichtbar , die sie an ihren sumpfichten Boden fesseln und ihre Kräfte vollends lähmen.

II.

Von den Hindernissen , die dem Aufkommen und dem Fortgange der Naturwissenschaft begegnen mussten.

Die Philosophie des Verstandes musste bereits angefangen haben , bevor man wissen konnte , was Naturwissenschaft ist, oder an das Aufkommen derselben denken konnte. Denn die Prinzipien , deren sie zu ihrer Begründung bedarf , können nicht eingesehen werden , wenn man sich auf den innern Gehalt , auf die Verhältnisse und auf die Urquellen des Erkennbaren ganz und gar nicht versteht. Aber die Vernunft konnte hier dem Geschieke nicht entgehen , das , was sie aufs höchste

interessirt , weil es die Kenntnisse ihrer selbst betrifft, dadurch kennen lernen zu müssen , dass sie sich Versuchen über sich selbst überliess. Jeder mislungene Versuch machte einen andern nothwendig. Glücklich genug, wenn sie mit jedem entdeckten Irrgange die Warnung versteht, wie sie sich nicht unvermerkt wieder daselbst efinden soll. Darum bemächtigte sich also bei den alten Philosophen die Phantasie der Folgereihen von erdichteten Erklärungen und Thatsachen , damit sich die Vernunft so wohl von ihren Kräften als von jenen der übrigen Natur unterrichten kœnnte. So ward in der Vernunft das Vermögen übersinnliche Gegenstände zu erkennen , und ausser ihr ein Weltmeer von Atomen , denen mancherlei Gestalten und Kräfte zugeeignet wurden, angenommen ; so ein Despotism in guten und bösen Geistern , der sich an Schöpfungen und Vernichtungen weidete ; so der strafende Jupiter im Weltgericht der

Gewitterwolken ; so sprechende Vorbedeutungen im gebrochenen und ungebrochenen Lichte , und solcher Hirngespinnste unzählige.

Wer weiss nicht , dass bei den griechischen Weltweisen alle wissenschaftliche Untersuchungen mit dem Problem anfiengen , wie und durch was für eine Weltursache das Nichts , oder ein von Ewigkeit her bestandenes Chaos, in eine Weltschöpfung übergegangen sei. Wir brauchen auch nicht weit über die gegenwärtige Epoche hinaufzusteigen , um die naturwissenschaftlichen Untersuchungen mit solchen hyperphysischen Betrachtungen in grösserem oder geringerem Masse verwickelt zu finden. Die Ursache ist nicht schwer zu errathen. Man glaubte nämlich , dass man keinen sicherern Weg einschlagen könne, um alle Naturphänomene zu erklären , oder auf ihre ersten Prinzipien zurückzuführen , als der Urquelle alles Seins nachzuspühren. Allein sobald

der Naturforscher wissen will, wonach er nicht zu fragen hat, so hört er auf, seinen Namen zu verdienen; er schwärmt auf einem fremden Boden, wo ihn alles zu Missgriffen und Missdeutungen verleitet.

Um daher diesem allem vorzubeugen, müssen die Kenntnisse der Grundvermögen des Verstandes aufgestellt sein. Alsdann ist man sicher, ihnen keine Verrichtungen anzuweisen, die sie nicht ausüben können. Und was noch mehr ist, es ergeben sich dadurch die Grænzten des Wissens und man lernt nicht nur die Kräfte kennen, die einzig und allein es vermögen, Wissenschaften anzubauen, sondern auch die Materialien, deren sie bedürfen. Aber was von vorzüglicher Wichtigkeit ist, man erlangt richtige Einsichten von der Beziehung der Verstandeskräfte auf die Gegenstænde der Natur, und dieses führt auf die wahre Bedeutung der regelmässigen Umläufe und der Ordnung in den Erscheinungen, die zu allen Zeiten zu den

Befriedigungen aller Bedürfnisse geholfen haben, und doch wohl niemals zu früh einer reiflichen Erwägung hätten unterworfen werden können. Und endlich lernt man auch, dass es der Natur gezieme, sich in ihrer Wirksamkeit lenken, und selbst in Ansehung der Grösse derselben Mass und Ziel vorschreiben zu lassen. Das letztere ist allerdings als Thatsache dem Scharfblicke des *Baco* und *Galilei* nicht entgangen, und man darf eben so wenig den rühmlichen Eifer verkennen, mit welchem andere in ihre Fusstapfen getreten sind. Allein, um Naturlehre als Wissenschaft zu begründen, reichte jene Thatsache, für sich genommen, nicht hin, so lange nicht gezeigt ward, wie sie begründet und wie die Natur gezwungen sei, vorgeschriebene Wege zu wählen. Daher kam es ohnstreitig, dass selbst über die Gegenstænde der Erfahrung Vernunft und Erfahrung einander meistern und *aristotelische*, *cartesianische*, *leibnitzia-*

nische und *materialistische* Denkart ihren Einfluss wetteifernd auf jene Wissenschaft behaupten wollten. Näherte sich aber auch einer oder der andere ihrer Gegenstände dadurch, dass er in mathematische Form gebracht wurde, oder selbst die Anwendung der Mathematik zuliess, seinem zu behauptenden Range, so wurden in Ansehung anderer, Erfahrungen auf Rechnung der Vernunft und Phantasie entstellt. So konnte kein Theil des andern Stütze abgeben, und alle insgesamt kein zusammenhängendes Ganzé ausmachen. Ja, wenn selbst begangene Irrthümer entdeckt wurden, so schmeichelte man sich, dass die Verstandeskräfte nunmehr einen höhern Schwung genommen, aus welchem sie mit grösserer Sicherheit fortwirken könnten. Wäre aber jemanden der gerechte Vorwurf entwischt, dass man wohl nicht zum letztenmale eine Hypothese gegen einen entdeckten Irrthum eingetauscht haben werde, so hätte er

sich der Ausflucht gefallen lassen müssen, dass die Werkstätte der Natur verlarvet und für das ausgebreitete Feld der Erscheinungen dem forschenden Auge ein zu kleiner Sehewinkel vergönnt sei. So lange also die erforderlichen Kenntnisse des Erkenntnissvermögens den Gang der Wissenschaften noch nicht befestigt hatten, mussten einer Seits viele Bemühungen ohne sichern Erfolg verwendet werden, und gleichwohl andrer Seits die Vernunft in Ansehung der Dinge, die sie ausgeführt haben soll, oder in der Folge noch soll ausführen, oder nicht ausführen könne, mancherlei Täuschungen nähren.

III.

Von den Objekten und von der Begründungsweise der Prinzipien der Naturwissenschaft.

Es wird hier als bekannt vorausgesetzt, dass die Art, wie überhaupt Gegenstände von dem menschlichen Verstande ge-

dacht werden, durch die ursprünglichen Verhältnisse des Erkenntnisvermögens zu denselben, d. i. durch die Formen der Sinnlichkeit und des Verstandes, unabänderlich bestimmt ist. Man richte hierauf sein Augenmerk, und man wird von selbst auf die Objekte der Naturwissenschaft und auf die Prinzipien, durch welche sie begründet wird, geführt werden.

Gegenstände können nämlich nicht anders als Erscheinungen, das ist, in irgend einem der wechselnden Zustände, worin das ihnen zum Grunde liegende Beharrliche versetzt ist, gegeben werden. Hieraus folgt sogleich, dass das, was die Entstehung oder Schöpfung der Substanzen angeht, kein Gegenstand theoretischer Erkenntnisse oder Untersuchungen sein könne, sondern als ein solcher angesehen werden müsse, der ausser den Gränzen derselben gelegen ist. Denn der Uibergang aus dem Nichtsein ins Dasein kann kein Material möglicher Anschauungen

sein , kann also in der Erfahrung nie vorkommen und folglich kann ihm auch kein Begriff entsprechen.

Wir finden indessen bei näherer Erwägung , dass der Wechsel von Zuständen nicht anders möglich ist, als dadurch, dass innere Prinzipien der Substanzen, nämlich die ursprünglichen Kräfte beständig Veränderungen mit der Zeitfolge, das ist nacheinander, bewirken. Diese Wirkungen sind also unerlassliche Bedingungen jener Prinzipien, oder wesentliche Bestimmungen in Ansehung der Aeusserungen jener Grundkräfte.

Man kann aber die äussern Erscheinungen auch noch in anderer Rücksicht betrachten. Nämlich damit sie als Gegenstände , die in einem Raume zugleich sind, vorgestellt werden können, muss ihr gesamter Inbegriff eine wechselseitige thätige Verbindung haben, oder in thätiger Gemeinschaft stehen. Man wird nun sehr gern zugeben , dass auch dieser

Zusammenhang nicht anders als durch die Wirkungen jener ursprünglichen Kräfte begreiflich gemacht werden könne. Wenn sich aber am Ende zeigt, dass derselbe durch die aufgestellten dynamischen Prinzipien auf die ungezwungenste Weise begründet wird, so wäre dieses wohl als eine Probe richtiger Resultate anzusehen.

Wie sind aber die naturwissenschaftlichen Betrachtungen über das, was uns erscheint, möglich, und was hat die Naturwissenschaft für einen Endzweck? Dieses soll jetzt näher angegeben werden.

Natur eines Dinges nennt man den Zusammenhang alles dessen, was zu seinem Dasein als Gegenstand der Erscheinung gehöret, mit gewissen in demselben anzunehmenden innern Prinzipien. Daher heisst auch das Weltganze, oder der Inbegriff aller Erscheinungen, in so ferne diese vermöge innerer Prinzipien zusammenhängen, *Natur*.

Es ist nun die Sache der *allgemeinen Naturwissenschaft*, die Kausalprinzipien und die gegenseitigen Verhältnisse derselben darzustellen, wodurch der Inbegriff aller Erscheinungen begründet wird. Die *besondere Naturwissenschaft* aber beschäftigt sich in gleicher Absicht mit den Verhältnissen der einzelnen Gegenstände der Natur. Es ist jedoch zu bemerken, dass das Denkvermögen oder die denkende Natur kein Gegenstand naturwissenschaftlicher Betrachtungen sein könne, weil die Grundsätze der Körperlehre sowohl als die Mittel, deren man sich bei Untersuchungen der Körper bedient, auf die Erscheinungen des innern Sinnes nicht anwendbar sind.

Die allgemeine Naturwissenschaft stellt also die Gesetze dar, nach welchen die allgemein in der Natur, oder in allen Körpern verbreiteten Grundkräfte wirken, und folglich kann sich die besondere Naturwissenschaft derselben als] eines Leitfa-

dens in ihren Untersuchungen bedienen. Man kann diese Gesetze mit dem Namen der *materialen Naturgesetze* belegen. Sie sind offenbar von den Handlungsweisen des Verstandes selbst, worin die Quellen alles menschlichen Denkens zu suchen sind, unterschieden, und sie nehmen also aus Naturgesetzen höherer Art ihren Ursprung, die man *transscendentale Naturgesetze* nennen kann. Vermöge der letztern werden die Gegenstænde der Erfahrung in so weit möglich, dass sie gedacht oder Erkenntnisse werden können. Nach den materialen Naturgesetzen hingegen hat man sich die Art ihrer Subsistenz vorzustellen.

Die Naturwissenschaft hat folglich selbst Prinzipien *a priori*, und es werden in derselben wiederum andere festgesetzt, nach welchen einzelne Erscheinungen oder Naturbegebenheiten beurtheilt werden müssen. Es ist allerdings nicht zu läugnen, dass man in Ansehung der letz-

tern jederzeit auf grosse Schwierigkeiten stossen muss, die aus der Verwicklung und Zusammensetzung ihrer Ursachen entspringen. Allein man weiss ein für allemal die höchsten und allgemeinen Triebfedern, man kennt die materiellen Naturgesetze, die für jede Naturthätigkeit unveränderlich sind, und folglich die Bedingungen, ohne welche weder die vorhandene Wirkung noch ihre Ursache statt finden könnte. Man bedient sich in dieser Absicht in der besondern Naturwissenschaft gewöhnlich der Neutonschen Regel als eines Grundsatzes, dass Erscheinungen gleicher Art gleiche Ursachen erfordern. Es hat damit auch seine vollkommene Richtigkeit, so lange von allgemeinen Kausalprinzipien die Rede ist. Denn eine wiederholte Wirkung, ein veränderter Zustand, der neuerdings eintritt, setzt eine wiederholte Bedingung voraus, und allerdings gründen sich hierauf die Experimentaluntersuchungen, die

unerschöpflichen Hülfquellen für die besondere Naturwissenschaft. Allein hier ist es zugleich der Fall, wo die Anwendung jener Regel der schärfsten Vorsicht und Behutsamkeit bedarf. Denn so bald man darauf ausgeht, auch die Körper oder die individuellen Ursachen zu bestimmen, wodurch Erscheinungen hervorgebracht werden, so ist die Anwendung jener Regel äusserst beschränkt, weil die Reihen der Kausalverbindungen von eben so mannigfaltiger Art sein können, als die jedesmaligen neben einander befindlichen Dinge verschiedner Natur sind, oder unter verschiedenen Verhältnissen gegen einander stehen. Indessen kann hier nicht unbemerkt bleiben, dass man, um die individuellen Ursachen zu erforschen, die gedenkbaren Ursachen in sehr verschiedenen Graden ihrer Thätigkeit wirken lässt, und dabei jeden Umstand, der einen Einfluss haben kann, entfernt, oder ihn wenigstens so viel wie möglich auf

mannigfache Weise abändert. Aber auch nur dadurch, dass man diesen Regeln Genüge leistet, können Theorien zu Stande kommen, denen mit Zuversicht eine Stelle in der Reihe wissenschaftlicher Kenntnisse eingeräumt werden darf.

IV.

Von dem Gange der Untersuchung in der allgemeinen Naturwissenschaft.

Das, was zum Stoffe der empirischen Anschauungen gehöret, oder was als Gegenstand empirischer Anschauungen überhaupt gegeben werden kann, heisst *Materie*. Man kann also dadurch zu dem Ziele, das die allgemeine Naturwissenschaft erreichen soll (III), gelangen, dass man die wesentlichen Bestimmungen der Materie zu begründen sucht. Dass man sich aber zu diesem Behufe keiner Wahrnehmung bedienen kann, wird hier neuerdings nicht erinnert werden dürfen, und sie kann auch hier um so weniger als

Grundlage dienen, da man den Gegenstand derselben allererst bestimmen will. Uiberdiess kann ja auch ausserhalb der Wahrnehmungen nichts gegeben werden, wodurch eine Vergleichung mit dem, was in denselben gegeben wird, statt finden kœnnte. Unser Verfahren muss folglich andrer Art sein. Man sucht næmlich die Bedeutungen der Prædikabilien des reinen Verstandes auf, die als formale oder transscendentale Naturgesetze angesehen werden (III), in Beziehung auf die Materie und folgende Momente der Untersuchungen werden sich unsern Betrachtungen darbieten:

1) *Die Græssenlehre der Bewegung.*

Phoronomie.

Diese Lehre muss allen übrigen Untersuchungen vorangehen. Sie ist æusserst fruchtbar in ihren Folgen und verdient ohnstreitig ihren wissenschaftlichen Rang, da man sich zu ihrer Begründung fast

blosser mathematischer Konstruktionen bedient.

Was den Vorstellungen von Grössen und ihren Verhältnissen hier zum Grunde liegt, ist, dass die Beziehung auf etwas Aeusseres, die die empirische Anschauung enthælt, schon für sich als ein Mannigfaltiges anzusehen ist. Denn Aussereinandersein besteht durch räumliche Verhältnisse. Da nun aber auch die Verhältnisse der Zeit mit in Betracht kommen, so entstehen die Begriffe von 'Abänderungen der räumlichen Verhältnisse, oder von *Bewegungsfæhigkeit* der Materie. Mit der Beziehung des Begriffes von *Vielheit* auf die Bewegung wird untersucht, wie *eine* Bewegung mehreren andern zusammengenommen gleich sein könne; und eben so mit der Beziehung des Begriffes von *Allheit*, wie aus Bewegungen, deren Richtungen einander durchkreutzen, *eine* erfolge.

2) *Die Kræftenlehre. Dynamik.*

Die Materie ist etwas Reales, oder von intensiver Græsse. Zu ihrer Existenz werden also Gründe des Uibergewichts über blosse räumliche Beziehungen, die in Anschauungen konstruirt werden, erfordert. Folglich müssen ursprüngliche Kræfte oder Grundkræfte wirksam angenommen werden, deren Erzeugnisse Raumerfüllungen sind. Sind aber letztere nicht möglich, es sei denn, dass in den Grundkræften gegenseitige *Receptivitæten*, vermöge welcher wechselsweise Beschränkungen statt haben können, vorhanden sind, so werden Kraftæusserungen von intensiver Græsse, *Realitæt*, *Negation*, *Limitation*, wesentliche Bestimmungen in der ursprünglichen Subsistenz der Materie.

3) *Die Græssenlehre der Bewegungs- kræfte. Arithmologie.*

Die Aeusserungen der Grundkræfte werden ihrer Quantitæt nach untersucht.

4) *Die Lehre der Mittheilung der Bewegung. Mechanik.*

Die Materie, die vermöge ursprünglicher Kraftäusserungen als *Substanz* existirt, kann die quantitative Thätigkeit sowohl als die qualitative anderer Materien modifiziren; und es finden vermöge der dynamischen *Gemeinschaft* der Materien, vermöge ihrer *Kausalverbindungen* und *Wechselwirkungen*, Abänderungen ihrer Zustände, oder Uibergänge aus einem Zustande in irgend einen andern statt.

5) *Die Lehre der Bewegung und Bewegungskræfte als Gegenstænde der Erfahrung. Phænomenologie.*

Es werden die Vorstellungsarten der Bewegung und Bewegungsäusserungen für das Feld der Erfahrung, und wie ihre *Mæglichkeit*, oder *Unmæglichkeit*, *Wirklichkeit*, *Nothwendigkeit*, oder ein *blosser Schein* der Bewegung statt findet, bestimmt.

6) *Die Lehre der dynamischen Gemeinschaft und der verschiedenen Verhältnisse der Naturdinge gegen einander.*

Alles Wahrnehmbare subsistirt durch die in seinen Elementen vertheilten Kräfte, und eben diese begründen das mannigfaltige Verhalten der Körper gegeneinander, die Möglichkeit der Trennungen, Verbindungen, oder Mischungsveränderungen, der anorganischen und organischen Beschaffenheiten, der systematischen Verknüpfungen in einzelnen Theilen und im Weltganzen.

DER ALLGEMEINEN
NATURWISSENSCHAFT
ERSTES HAUPTSTÜCK.

*Die Grössenlehre der Bewegung,
Phoronomie.*

§. I.

Wenn die Mæglichkeit der Grössen der Bewegungen erörtert, oder dargethan werden soll, so können Ursachen oder Wirkungen derselben ganz und gar nicht in Betracht kommen, und eben so wenig kann auf Gestalt oder sonstige Beschaffenheiten des beweglichen Dinges Rücksicht genommen werden. Es kann also hier ein beliebiger Punkt, der den Träger der Bewegung abgibt, den Namen *Materie* führen.

§. 2.

Man verbindet mit der Vorstellung eines Gegenstandes æusserer Wahrnehmung jene der räumlichen Verhältnisse, die man sich der Veränderung fähig denkt. Eine wirkliche Veränderung solcher Art heisst *Bewegung*. Von dieser ist also jenes die charakteristische Bestimmung, die einer jeden Bewegung zukommen muss.

§. 3.

Man hat sonst Bewegung durch Ortsveränderung definirt. Allein durch den Begriff des Ortes bezeichnet man bloss einen gewissen Theil eines Raumes, und da keine gegenseitigen Verhältnisse in Anschlag kommen, so ist leicht einzusehen, dass es Veränderungen in den Raumverhältnissen geben können, bei welchen der Ort derselbe bleibt. Dieses ist wirklich der Fall bei Bewegungen der Körper um ihre Achsen. Die Unrichtigkeit der sonst gewöhnlichen Erklärung der Bewegung ist also vöellig handgreiflich.

§. 4.

Die Verænderungen der räumlichen Verhältnisse sind in jeder vorstellbaren Bewegung durch die zwei Grænzpunkte *von wo* und *wohin* bestimmt. Es wird also der begrænzte Spielraum einer Bewegung auf einen andern Raum bezogen, gegen welchen auch seine Verhältnisse verænderlich, d. h. in welchem auch er beweglich ist. Es wird folglich keine Bewegung in einem Raume A gedacht, ohne dass dieser selbst als beweglich in einem grössern B angesehen wird, und dieser wiederum in einem grössern C u. s. w.

§. 5.

Bewegliche Ræume, oder Ræume, zwischen deren Græenzen Bewegung vorgestellt wird, heissen *relative Ræume*. Man setzt diese dem *absoluten Raume* entgegen, dessen Vorstellung an der ursprünglichen Form der Sinnlichkeit haftet, und der sich nicht als begrænzt und folglich auch nicht als beweglich denken læsst.

§. 6.

Eine absolute Bewegung, das ist, eine Bewegung in Beziehung auf einen absoluten Raum kann keinen Gegenstand unserer Betrachtungen abgeben. Denn wir haben gesehen, dass es in der Vorstellung einer Bewegung wesentlich ist, das Bewegliche auf einen begränzten Raum zu beziehen (§. 4.).

§. 7.

In so ferne die in einem relativen oder begränzten Raume vorstellbaren Punkte als beweglich gedacht werden, wird der Raum materiellen Dingen gleich gesetzt. Weil nun aber die Bewegung eines jeden Theils jener des ganzen Raumes gleich ist, so muss alles das von der Bewegung des letztern gelten, was von der Bewegung eines Punktes bestimmt wird (§. 1.).

§. 8.

Von den unzähligen geraden Linien, die von dem Anfangspunkte einer Bewegung (§. 4.) gezogen werden können,

heisst diejenige die *Richtung*, die von dem Beweglichen eingeschlagen wird; jene aber, die es wirklich durchläuft, *der Weg, die Bahn*, oder schlechtweg *der Raum*.

§. 9.

Je nachdem die Bahn eine krumme oder gerade Linie ist, heisst die Bewegung selbst *geradlinig*, oder *krummlinig*. Dass in einer krummlinigen Bewegung die Richtung mit jedem gedenkbaren Theile der Bahn unaufhøerlich abgeändert wird, ist leicht einzusehen; allein ihre Entstehungsart kann erst in der Folge näher erörtert werden.

§. 10.

Nach den mannigfachen Ab nderungen in den Richtungen und Begr nzungen der Bahnen heissen die Bewegungen:

- 1) *drehend*, wo keine, und
- 2) *fortschreitend*, wo wirkliche Ortsveränderungen erfolgen. Im letztern Falle wird entweder der Raum

a) *erweitert*, oder er ist

b) *beschrænkt*, und in demselben kann das Bewegliche entweder

aa) *schwanken*, d. i. denselben Weg abwechselnd in entgegen gesetzten Richtungen durchlaufen, oder

bb) *zirkuliren*, d. i. mit denselben unaufhœrlichen Abænderungen in seinen Richtungen die Bewegung wiederholen.

§. 11.

Geschwindigkeit ist das Verhæltmiss der Grösse der Dauer zur Grösse des Raumes. Je nachdem næmlich in einer Bewegung die in derselben Zeit durchlaufene Bahn grøesser, oder kleiner, oder die zu derselben Bahn erforderliche Zeit kleiner oder grøesser ist, heisst die Bewegung *geschwinder*, oder *langsamer*.

§. 12.

Vergleichen man Raum, Zeit und Geschwindigkeit zweier Bewegungen gegen einander, und setzet für ihre Ræume S, s , für ihre Dauer T, t , und für ihre

Geschwindigkeiten C, c , so ergeben sich folgende Verhältnisse:

1) $C : c = S : s$, d. i. in gleichen Zeiten verhalten sich die Geschwindigkeiten wie die Räume.

2) $C : c = t : T$, d. i. die Geschwindigkeiten verhalten sich verkehrt wie die Zeiten, wenn gleiche Räume durchlaufen sind.

3) $C : c = St : sT = \frac{S}{T} : \frac{s}{t}$, d. i. die Geschwindigkeiten zweier Bewegungen verhalten sich überhaupt, wie die Produkte aus den Räumen in die verkehrten Zeiten, oder wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten. Hieraus folgt:

4) $S : s = CT : ct$, oder die Räume verhalten sich wie die Produkte aus den Geschwindigkeiten in die Zeiten, und

5) $T : t = \frac{S}{C} : \frac{s}{c}$, oder die Zeiten verhalten sich wie die Quotienten aus den Räumen durch die Geschwindigkeiten.

§. 13.

Man nennt eine Bewegung *gleichförmig* (motus uniformis, æquabilis), wenn in gleichen Zeiten gleiche Ræume zurückgelegt werden, d. i. wenn die Geschwindigkeit sich gleich bleibt. Die Geschwindigkeit der Bewegung eines Punktes, der sich durch den Raum S in T Sekunden gleichförmig bewegt, ist in jeder Sekunde $= \frac{S}{T}$, oder in jeder Sekunde durchläuft er einen Raum $= \frac{S}{T}$ (§. 12. N.º 3.). Verändert sich aber die Geschwindigkeit, oder werden in gleichen Zeiten ungleiche Ræume zurückgelegt, so heisst die Bewegung *ungleichförmig* (motus variatus, inæquabilis).

§. 14.

Eine Bewegung, deren Geschwindigkeit zunimmt, heisst eine *beschleunigte* (motus acceleratus), und eine *verzögerte Bewegung* (motus retardatus) wird diejenige genannt, deren Geschwindigkeit ab-

nimmt. Je nachdem aber die Ab- oder Zunahme der Geschwindigkeit gleichmässig, oder ungleichmässig erfolgt, heisst die Bewegung *gleichförmig*, oder *ungleichförmig verzögert* (motus uniformiter, inæquabiliter retardatus), und *gleichförmig* oder *ungleichförmig beschleunigt* (motus uniformiter, inæquabiliter acceleratus).

§. 15.

Die Geschwindigkeit wächst nothwendig bis ins unendliche, wenn die Zeiten, worin gleiche Räume durchlaufen werden, mit der Dauer der Bewegung sich fortwährend verkürzen. Dieses gibt uns die Idee von einer *unendlichen Geschwindigkeit*, vermöge welcher selbst eine endliche Zeit zuletzt hinreichen müsste, damit eine Bewegung durch einen unendlichen Raum geschehen könnte. Die Geschwindigkeit muss aber *unendlich klein* werden, wenn die Zeiten, worin gleiche Räume zurückgelegt werden, sich

fortwährend vergrössern. Mit dieser müsste die Bewegung durch einen unendlich kleinen Raum eine endliche Zeit erfordern.

§. 16.

Eine gedenkbare Zeit an einem und demselben Orte beharren, heisst *ruhen*. Nämlich die Vorstellung von Ruhe bezieht sich auf die zur Gegenwart an einem Orte verwendete Zeit, es mag diese auch noch so geringe sein. *Ruhe* ist also die *beharrliche Gegenwart* (*præsentia perdurabilis*) an einem Orte. Man gibt desswegen den Namen Ruhe selbst den Veränderungen räumlicher Verhältnisse, die nur zu geringe sind, um wahrgenommen werden zu können, oder auch jeder Bewegung mit einer unendlich kleinen Geschwindigkeit. So verbindet man mit dem Anfange und dem Ende einer Bewegung noch den Begriff von Ruhe. So denkt man sich einen in die Höhe geworfenen Körper, in dem Augenblicke,

da er die grösste Höhe erreicht hat, in Ruhe.

§. 17.

Da die Vorstellung von Ruhe die Beziehung auf abgeänderte Geschwindigkeit der Bewegung, und mithin auch die Beziehung auf einen relativen Raum (§. 5.) enthælt, so kann auch eine *absolute Ruhe* kein Gegenstand der Wahrnehmung sein.

§. 18.

Auf der falschen Voraussetzung, dass absolute Ruhe so wohl als absolute Bewegung statt haben könne, weil selbst der absolute Raum (§. 5.) an den æussern Gegenstænden hafte, beruhet die sonst gewöhnliche irrige Erklærung der Ruhe: sie sei Mangel der Bewegung, so wie die bereits gerügte irrige Bestimmung der Bewegung (§. 3.). Denn jenes zugegeben, so wird keine Bewegung vorhanden sein können, wenn nicht ein Theil des Raumes verändert wird, und keine Ruhe,

wenn nicht alle Geschwindigkeit aufgehoben ist.

§. 19.

Eine Bewegung, die als das Resultat verschiedener anderer angesehen wird, die zu einander hinzugethan, oder von einander abgezogen, oder durch sonstige gegenseitige Beziehungen vereinigt wurden, heisst eine *zusammengesetzte* (*motus compositus*). Diese gründet sich also auf mathematische Behandlungsart, auf Betrachtungen der Veränderungen in den räumlichen Verhältnissen nach quantitativen Bestimmungen.

§. 20.

Da man in dem Gange der gegenwärtigen Untersuchungen auf die eigenthümlichen Kraftäusserungen, die erfordert werden, um das Bewegliche nach verschiedenen Richtungen zu treiben, oder an verschiedene Stelle eines Raumes zu versetzen, keine Rücksicht zu nehmen hat (§. 1.): so muss ohnstreitig eine jede

Bewegung nach Belieben als eine numerische Einheit, oder als die Summe mehrerer vereinigter Bewegungen angesehen werden können, sobald auch davon abgesehen werden könnte, dass jede eines eignen Spielraumes, oder eigener Gränzpunkte und eigner Zeitverhältnisse bedarf.

§. 21.

Jede Wahrnehmung irgend einer Bewegung lässt es an und für sich unbestimmt, ob sich der Körper in einem ruhigen Raume bewege, oder ob dem letztern dieselbe Bewegung in entgegen gesetzter Richtung zuzuschreiben sei, indem der Körper ruhe. Dass man sich aber eine und dieselbe Thatsache auf eine solche zwiefache und zwar entgegengesetzte Art vorstellen kann, kommt daher, weil sich über die Ruhe oder Bewegung, die einem materiellen Raume in Beziehung auf den ihn umgebenden grössern zugeeignet werden soll, so lange nie

etwas bestimmen læsst, als die gegenseitigen Verhæltnisse der beiden Ræume nicht ebenfalls erkannt, oder vermittelt sind.

§. 22.

Dass es folglich auch allerwærts einerlei sei, ob ein beweglicher Punkt durch eine Bahn von irgend einer Grösse geführt werde, oder der Raum sich durch dieselbe Bahn in entgegen gesetzter Richtung bewege, wird man als einen ausgemachten Grundsatz annehmen müssen, und die Schwierigkeit, die bei der Vereinigung mehrerer Bewegungen aus der Verschiedenheit ihrer Grænzpunkte und Zeitverhæltnisse entspringt (§. 20), hœret auf, und die Gründe sind einzusehen, warum jede Bewegung sowohl wie eine numerische Einheit, als auch wie ein Resultat anderer, die vereinigt werden, betrachtet, oder überhaupt der Grösse nach konstruirt werden können.

Es gibt nur einen zwiefachen Grund, wodurch sich Bewegungen von einander unterscheiden lassen, ihre Richtungen nämlich und Geschwindigkeiten. Soll daher untersucht werden, wie eine Geschwindigkeit oder Bewegung aus mehreren andern entspringen, oder wie mehrere in Einer verbunden sein können, so können nur folgende drei Fälle in Betrachtung kommen:

ERSTER FALL. Die mit einander zu verbindenden Bewegungen oder Geschwindigkeiten haben einerlei Richtungen. Es sollen zum Beispiel zwei gleiche Bewegungen $a b$ und $b c$ Fig. 1. in einer und derselben Richtung einem Punkte zukommen. Man mag nun dieselben in einem relativen oder absoluten Raume denken, so wird man nicht begreifen, wie daraus eine andere in der Bahn $a c = 2 a b$, oder $2 b c$ erfolgen könne: Denn der Voraussetzung nach müssten die beiden einzel-

nen Bewegungen zugleich und nicht eine erst anfangen, wenn die andere schon vorüber, oder der Punkt an eine andere Stelle des Raumes versetzt ist. Allein man denke sich die Bewegung des Punktes im absoluten Raume mit der Geschwindigkeit $a\ b$, während der relative Raum in entgegengesetzter Richtung mit der Geschwindigkeit $b\ c$ bewegt wird, so gelangt der Punkt an die bestimmte Grænze des Raums mit der Summe der Geschwindigkeiten $a\ b \div b\ c = 2\ a\ b = 2\ b\ c = a\ c$ (§. 22.), indem er in einer und derselben Richtung und in derselben Zeit durch die Bahn $a\ b \div b\ c$ geführt wird. Folglich hat man bei allen Bewegungen, die nach einerlei Richtung verbunden werden sollen, die Summe ihrer Geschwindigkeiten zu suchen.

ZWEITER FALL. Es sollen Bewegungen mit einander vereinigt werden, deren Richtungen einander entgegen gesetzt sind. Gesetzt, eine Bewegung, deren Geschwin-

digkeit $= a$ ist, soll einen Punkt rechts, und eine andere, deren Geschwindigkeit $= b$, soll ihn zu gleicher Zeit links führen. Auch diese Verbindung ist sowohl im absoluten als relativen Raume nicht gedenkbar. Nur auf die Weise kann sie statt haben, dass man sich den Punkt und den relativen Raum nach einerlei Richtung in Bewegung vorstellt, z. B. diesen nach rechts mit der Geschwindigkeit b , und jenen ebenfalls rechts und zwar im absoluten Raume mit der Geschwindigkeit a . Die Verhältnisse des Punktes gegen den relativen Raum bleiben also gänzlich unverändert, d. i. er bleibt in Ruhe, wenn $a = b$, oder wenn die Geschwindigkeiten der entgegengesetzten Bewegungen einander gleich sind. Sind diese aber ungleich, so wird er nothwendig mit der Differenz von beiden nach der Richtung der grössern bewegt werden.

DRITTER FALL. Bewegungen sollen verbunden werden, deren Richtungen einen

Winkel unter sich einschliessen. Wenn ein Punkt in zwiefacher Richtung bewegt werden soll, wovon eine nach rechts die Geschwindigkeit $b\ c$ Fig. 2, und die andere die Geschwindigkeit $a\ b$ abwærts hat, so kann diese Verbindung ebenfalls nicht anders als vermöge des obigen Grundsatzes (§. 22.) konstruirt werden. Man stelle sich also vor, dass der Punkt mit der Geschwindigkeit $a\ b$ abwærts im absoluten Raume, und zu gleicher Zeit der relative Raum mit der Geschwindigkeit $b\ c$ links, oder dass der relative Raum mit der Geschwindigkeit $a\ b$ aufwærts und zu gleicher Zeit im absoluten Raume der Punkt mit der Geschwindigkeit $b\ c$ rechts bewegt wird, so wird in beiden Fællen die Bewegung des Punktes durch die Linie $b\ d$ bezeichnet sein. Diese ist aber die Diagonale des Parallelogramms $a\ b\ c\ d$. Folglich drückt jene Linie immer die Richtung und die Geschwindigkeit der unter einem Winkel verbundenen Bewe-

gungen aus. Um sichs noch anschaulicher zu machen, nehme man eine viereckige Schreibtafel, die das Bild eines relativen Raumes vorstellen soll, bewege sie rechts, während eine Linie abwärts, oder bewege sie aufwärts, während eine Linie links, auf derselben gezeichnet wird, so wird in beiden Fällen die gezeichnete Linie eine und dieselbe Diagonale sein.

§. 24.

Die beiden Bewegungen, deren Richtungen einen Winkel einschliessen (§. 23. dritter Fall), heissen die *æussern*, und diejenige, die aus ihnen entspringt und die durch die Diagonale bestimmt wird, die *mittlere*.

§. 25.

Die mittlere Bewegung steht mit den *æussern* nothwendig in einem gewissen Verhältnisse. Wenn daher aus ab , $2ab = Ab$ und aus bc , $2bc = bC$ werden, so muss man auch statt der Geschwindigkeit bd , $2bd = bD$ setzen.

Dass aber die mittlere Geschwindigkeit immer geringer sein müsse, als die Summe der beiden äussern, fällt in die Augen, indem die Summe zweier nicht parallelen Seitenlinien eines Parallelogramms immer grösser sein muss, als seine Diagonale.

§. 26.

Der Winkel, den die nicht parallelen Seitenlinien unter sich einschliessen, steht mit jenem im Verhältnisse, den sie mit der Diagonale bilden. Oder die Geschwindigkeit der mittlern Bewegung ist desto grösser, je spitziger der Winkel ist, unter welchem die äussern Bewegungen zusammengesetzt sind. Diese verlieren nämlich am mehresten von ihrer Geschwindigkeit, wenn ihr Winkel 180° enthält (§. 23. zweiter Fall). Wird aber dieser Winkel kleiner, so verringert sich auch die Entgegensetzung in demselben Verhältnisse, und folglich auch der Verlust der Geschwindigkeit.

§. 27.

Sind drei oder mehrere Bewegungen, deren Richtungen nicht gerade entgegengesetzt sind, sondern Winkel neben einander machen, zu verbinden: so wird die Bewegung, die aus ihrer Zusammensetzung entspringt, dadurch gefunden, dass man zuert von zweien die mittlere sucht, und diese als eine äussere ansieht, die man mit einer der übrigen verbindet u. s. w.

§. 28.

Man kann sich von jeder Bewegung die Vorstellung machen, als sei sie aus einer beliebigen Menge anderer erfolgt, die unter Winkeln mit einander verbunden waren. Denn jede Linie, wodurch eine Bewegung bezeichnet wird, so wie selbst die Seitenlinien eines Parallelogramms können Diagonalen sein, oder lassen sich als solche ansehen.

DER ALLGEMEINEN
NATURWISSENSCHAFT
ZWEITES HAUPTSTÜCK.

*Die Kräftelehre der Bewegung,
Dynamik.*

§. 29.

Die phoronomischen Untersuchungen blieben innerhalb der Grænzten reiner Anschauungen, und in Beziehung auf die Gegenstænde der Wahrnehmungen wurden blosse mathematische Verhæltnisse des Raumes und der Zeit betrachtet. Es ist aber leicht einzusehen, dass alle Verhæltnisse und Bedingungen, die in Ansehung der Art und Weise, wie man sich die Subsistenz jener Gegenstænde vorzustellen hat, dargethan werden, in den Gegenstænden oder in ihrem innern Selbst

begründet sein müssen. Daher hat die Dynamik das Geschæft , die Art und Weise zu bestimmen , wie ihre qualitativen Bestimmungen in einem selbststændigen Sein begründet sind.

§. 30.

Dass in der Dynamik, die Bewegungsfähigkeit der Materie, die in der Phoronomie bereits in Ansehung ihrer angenommen ward, als eine wesentliche Bestimmung derselben anzusehen ist, braucht nicht erst erinnert zu werden. Allein sie wird nun nicht mehr einem blossen Punkte, oder einem im Anschauungsvermögen konstruirten Raume zugeeignet, sondern einem selbststændigen Objekte, das vermøge eigener Handlungsweisen im Raume existirt. *Materie* ist demnach als ein Objekt anzusehen, dessen Raumverhältnisse durch *Raumerfüllungen* begründet sind, und so wird jeder *erfüllte Raum Materie* genannt.

§. 31.

Um die Prinzipien und ihre Handlungsweisen, wodurch die Materie subsistirt, zu begründen, müssen vorerst alle ihre wesentlichen Bestimmungen in nähere Betrachtung gezogen werden. Es ist daher zu erwägen :

1) Ihre nach allen Dimensionen ihres Rauminhaltes ausgeübten Handlungen sind es, die auf alle gedenkbare Punkte desselben eine Beziehung möglich machen.

2) Ihre Gegenwart in einem Raume ist Ausfüllung desselben, und es kann sich folglich so lange keine andere Materie in demselben einfinden, als er von ihr eingenommen ist.

3) Da sie beweglich ist, so haftet ihre Subsistenz keinesweges unbedingt an einem Raume; allein sie behauptet sich in demselben, d. h. sie widersteht jedem Eindringen in denselben, so lange, als sie ihn durch keine hinlängliche

æussere Einwirkung zu verlassen genöthigt ist.

§. 32.

Es wird in einen Raum eingedrungen, wenn Bewegungen dahin gerichtet sind. Diesen kann aber auch nicht anders, als durch Bewegungen in entgegen gesetzter Richtung, Widerstand geleistet werden. In so ferne demnach die Materie dem Eindringen in ihren Raum widersteht (§. 31.), oder Bewegungen gegen ihren ausgefüllten Raum aufhebt, müssen die Prinzipien, von welchen ihre Existenz abhängt, solche Aeusserungen begründen.

§. 33.

Ursache einer gewissen Handlungsweise heisst *Kraft*. Es sind also die Prinzipien, die zur Existenz der Materie erforderlich sind, *bewegende Kräfte*, vermöge welcher in allen Punkten ihres Rauminhaltes räumliche Erfüllungen bewirkt werden.

§. 34.

Die Aeusserungen der Kräfte, die Bewegungen hervorbringen, können von zwiefacher Art sein. Sie wirken nämlich

1) auf Annäherungen gegen einen gewissen Punkt. Ein wirkendes Prinzip solcher Art heisst *Anziehungskraft* (*vis attractiva*). Oder

2) auf Entfernungen von einer Stelle des Raumes. Das Prinzip einer solchen Aeusserrung wird *Zurückstossungskraft* (*vis repulsiva*) genannt.

§. 35.

Räumliche Erfüllungen sind ohne die Wirksamkeit der Zurückstossungskräfte unmöglich. Denn die bewegenden Kräfte, die das Eindringen in einen Raum verhindern (§. 32.), sind repulsiver Art. Es hat also jeder gedenkbare Theil der Materie zum Behufe seiner Subsistenz zurückstossungskräfte; und irgend eine Stelle im Raume, in welcher keine solche Kräfte wirkten, liesse sich, da kein Eindringen in denselben verhindert wäre, ganz und

gar nicht als materiell ansehen, folglich kann eine solche auch nicht existiren: denn sie hat kein Uebergewicht über die geometrischen Ræume, die blos ideal, die nur Gegenstænde sind, die von unserm Vorstellungsvermögen bestimmt werden.

§. 36.

Die Aeusserungen der Zurückstossungskräfte müssen ihrer Grösse nach endlich sein, d. h., sie können jedem Eindringen in ihren Raum nur einen endlichen Widerstand leisten. Denn sie müssten offenbar mit unendlicher Geschwindigkeit (§. 15.) wirken, wenn ihre Wirkungen unendlich gross sein sollten. Allein alsdenn könnten sie keine Gegenstænde empirischer Anschauung, keine Gegenstænde, die beweglich oder nur irgendwo und irgendwann vorhanden sein sollen, begründen. Eben so wenig dürfen sie mit einer unendlich kleinen Geschwindigkeit wirken (§. 15.), weil alsdenn ihre

Wirkungen in endlichen Zeiten auf unendlich kleine Ræume beschrænkt wæren, und also abermals keine endliche Raumerfüllungen bewirken kœnnten.

§. 37.

Die endliche Wirksamkeit der repulsiven Kræfte læsst sich von verschiedenen Graden, oder von verschiedener Energie denken. Repulsionen von grœsserer Energie müssen den Raum anderer, deren Energie geringer ist, verændern, oder sie in einen kleinern Raum treiben kœnnen. Aber es kann keine repulsive Kraft in einen unendlich kleinen Raum eingeengt werden. Denn um sie dahin zu bringen, müssten Repulsionen von unendlicher Stærke, müssten Repulsionen mit mehr als endlicher Geschwindigkeit wirken, die aber, wie bereits dargethan worden, unmœglich sind (§. 36.).

§. 38.

Die Materie heisst in so ferne *durchdringlich*, als die Grœsse ihrer Ausdeh-

nung sich vermindern læsst (§. 37.). Diese Eigenschaft der Materie wird auch mit dem Namen der *relativen Durchdringlichkeit* belegt. Man sagt auch von der Materie, sie sei *undurchdringlich*, in so ferne der Raum ihrer Ausdehnung nicht ganz und gar aufgehoben werden kann (§. 37.), und es wird ihr in dieser Hinsicht die Eigenschaft der *relativen* oder *dynamischen Undurchdringlichkeit* beigelegt.

§. 39.

Materielle Dinge, deren räumliche Grössen sich nur unter der Bedingung vermindern sollen, dass *leere Zwischenräume* (*vacuum disseminatum*), die man auf gerathewohl in ihnen voraussetzt, verengert werden, heissen *mathematische Raumerfüllungen*. Sie sind den *dynamischen Raumerfüllungen* entgegen gesetzt, von welchen man sich vorstellt, dass ihre räumlichen Verhältnisse theils von der Wirksamkeit ihrer eignen, theils von der

Wirksamkeit der æusserlich einwirkenden Kräfte abhängen.

§. 40.

Eine absolute Undurchdringlichkeit der Materie ist eben so wenig einer vernunftmæssigen Vorstellungsart angemessen, als ihre absolute Durchdringlichkeit (§. 37.), und als die Annahme der leeren Zwischenräume (§. 35.). Mathematische Raumerfüllungen sind folglich unmöglich.

§. 41.

Es können indessen die Bewegungskräfte, worauf sich die Existenz der Materie einzig und allein gründen kann, keinesweges bloss repulsiver Art sein. Es kann wohl eine Kraftæusserung, die in einem blossen Widerstande gegen Annæherung besteht, Räume füllen. Allein volle Räume sollen als bleibende Vorwürfe, als Gegenstænde einer mœglichen Wahrnehmung, die Beharrlichkeit charakterisirt, subsistiren; jene Kräfte hinge-

gen, die allerwärts und unaufhörlich auf gegenseitige Entfernungen wirken, vernichten in jedem Momente, was sie in dem vorherigen gewirkt haben. Wie soll irgend ein Gegenstand, seinem Dasein und andern bestimmten Verhältnissen nach, Permanenz haben können, wenn dieselben Aeusserungen, wodurch er besteht, mit ihrer Dauer zunehmen, und die Grösse ihrer Aeusserungen in Ermangelung eines anderweitigen Widerstandes sich bis ins Unendliche vervielfältigen kann. Man nehme an, dass eine Menge von Repulsionen M in einem beliebigen Raume S wirke, und denselben in T Zeit ausfülle. Dauren diese Wirkungen $2 T$, so wird ohnstreitig mit dem Abflusse dieser Zeit nur $\frac{M}{2}$ in dem Raume S vorhanden sein; und so müssen sich die Repulsionen in jedem Raume, den sie erfüllen sollen, unaufhörlich vermindern, bis sie einander zerstreuet haben. Es lässt sich folglich bei dem Gegeneinanderwir-

ken jener Kräfte kein vorstellbarer Grund der Existenz individueller Gegenstände angeben. Aber auch ihr Zusammentreffen in einzelnen Räumen, wenn man sie gleich so wohl in Ansehung ihrer Quantität als Qualität, oder ihrer Energien noch so sehr verschieden annähme, könnte nichts anders als einen unendlich mannigfachen Wirbel unvorstellbarer Wirkungen hervorbringen, und man wird alle Anstrengungen der Einbildungskraft umsonst aufbieten, um auf dieselben die Individualität oder etwa die qualitative Verschiedenheit der wahrnehmbaren Objekte zu gründen.

§. 42.

Ist demnach mit den Wirkungen, die die sich selbst überlassenen Repulsionen nur immer hervorbringen mögen, keine vorzustellende Begründungsart der Materie vereinbar, so muss eine ihnen entgegengesetzte Handlungsweise, das ist, die Wirksamkeit einer hemmenden Kraft, in

jedem Grade ihrer Bestrebung zur Ausdehnung, Beschränkungen und überhaupt in jeder ihrer Aeusserungen bestimmte Richtungen hervorbringen.

§. 43.

Die zweite Grundkraft, oder ursprüngliche Bewegungskraft, welche Hemmungen in allen Aeusserungen der Zurückstossungskräfte zu wirken, und mit dieser in Verbindung, die Existenz der Materie zu begründen, vermögend sein soll, kann, wie es sich wohl von selbst versteht, keine andere sein, als eine *ursprüngliche Anziehungskraft* (§. 34.). Nur die vereinigte Thätigkeit beider Kräfte ist es also auch, woraus sich räumliche Erfüllungen als Gegenstände der Wahrnehmungen begreifen lassen müssen.

§. 44.

Wenn aber Anziehungskräfte und Repulsionen allerwärts mit gleicher Stärke oder Energie wirken, die eine eben so zur Ausdehnung, als die andere zur An-

näherung, so ist diess eine Zusammensetzung gleicher Bewegungen in entgegengesetzten Richtungen (§. 23. zweiter Fall), die einander aufheben; ihre Aeusserungen wären also $= 0$, und keine reale Wirkungen auf irgend eine Weise möglich. Nur alsdann, wann man in den Aeusserungen jener Kräfte eine wechselseitige Hemmung annehmen könnte, würde jeder Andrang zur Thätigkeit produktiv, und reale Wirkungen im Verhältnisse der Kraftæusserungen würden möglich sein.

§. 46.

Eine Kraftæusserung, deren Wirkungen nicht für sich allein, oder unmittelbarer Weise wahrzunehmen sind, heisst eine *gebundene*, und jeder Akt einer solchen Wirkungsart wird *Bindung* genannt. Sie wird *entbunden*, wenn sich ihre Wirkungsweisen dergestalt verändern, dass sie dem Wahrnehmungsvermögen weniger entgehen kann, und eine Veränderung dieser Art führt den Na-

men *Entbindung*. *Ueberschüssig* ist ein höherer Grad ihrer Entwicklung, in welchem sie vorzüglich geneigt sein muss, Bindungen einzugehen.

§. 46.

Bindungen können offenbar nur unter solchen Kraftäusserungen statt finden, die heterogener Art, oder die einander entgegen gesetzt sind. Das, was sie zu gegenseitigen Einigungen geneigt macht, heisst *Rezeptivität* oder *Empfänglichkeit*.

§. 47.

Die beiden ursprünglichen Kräfte (§. 43.) können die Subsistenz der Materie begründen, wenn in ihnen eine für die Aufnahme gegenseitiger Einwirkungen bestimmte Empfänglichkeit vorhanden ist, vermöge welcher sie in Verbindung wirken. Es müssen daher beide Kräfte einander wechselseitig das Substrat liefern, in dessen Empfänglichkeit für den Einfluss der andern der Grund zu suchen ist, dass die einer jeden eigne

Kraftäusserung gebunden werden, ihre Wirkungen einander beschränken, und eben dadurch positive Grade derselben subsistiren können.

§. 48.

Die Materie subsistirt demnach auf keine andere Weise als durch *Vertheilung* der ursprünglichen Kräfte. Weil sich nämlich die ganze Energie ihrer ursprünglichen Thätigkeit nicht an einer und eben derselben ungetheilten Stelle des Raumes äussern kann, wenn nicht die Möglichkeit ihrer realen Wirkungen aufgehoben werden soll: so lassen sich keine andere als solche Kraftäusserungen denken, die nach jeder vorstellbaren Richtung überschüssig, und vermöge ihrer Receptivitäten für die Aufnahme entgegengesetzter Wirkungen in Bindungen begriffen sind. Man muss sich folglich eine solche Mannigfaltigkeit thätiger Aeusserungen, oder Bindungen in jeder beliebigen Menge Materie vorstellen, als

sich in derselben, zufolge der vorstellbaren unendlichen Theilbarkeit eines jeden Raumes, mannigfache räumliche Beziehungen oder neben und ausser einander befindliche Theile denken lassen.

§. 49

Substanz nennt man, was in den Gegenständen der Wahrnehmungen, oder Erscheinungen keinem Wechsel unterworfen, oder beharrlich ist. Das aber ist selbstständig, oder wechselt nicht, was den Grund seiner Wirklichkeit lediglich in sich selbst, nicht ausser sich hat. Was also in den empirischen Anschauungen durch selbstständige Aeusserungen begründet, oder vorhanden, und keine Bestimmung ist, die irgend einem Subjekte zukommt, ist Substanz. Folglich jeder bewegliche, erfüllte Raum, jede Materie, und alles, was in Räumen ausser einander, oder neben einander existirt, oder durch thätige Prinzipien, dem Eindringen in seinen Raum widersteht, ist Substanz.

Da sich die Prinzipien der Raumerfüllungen bis auf die vorstellbaren unendlich kleinen Theile des Raumes verbreiten müssen, so müssen immer dieselben Substanzen, dieselben beweglichen Materien bleiben, wenn man ihre Theile von einander trennte, selbst wenn eine Theilung derselben bis ins unendliche fortgesetzt würde. Eine jede Materie ist folglich bis ins unendliche *physisch theilbar*, in keinem ihrer gedenkbaren Theile kann die Theilbarkeit aufhören, oder kein Theil kann einfach, oder untheilbar sein.

§. 50.

Jede Materie kann in der Art ihrer Subsistenz Veränderungen erleiden, wenn sich das Verhältniss ihrer einander bindenden Kräfte verändert. Denn da die gebundenen und überschüssigen Anziehungen und Repulsionen, die sich in jedem vorstellbaren Theile der Materie befinden, von einer gewissen Grösse sind: so

müssen sie in Verbindung mit andern, in welchen Receptivitäten für sie vorhanden sind, in andere Akte von Bindungen und Entbindungen eintreten. Während sich also ein Theil ihrer Kraftäusserungen entbindet, wird ein anderer gebunden werden, und so kann jede Stufe einer Bindung und Entbindung vermehrt, oder vermindert, oder vöellig aufgehoben werden. Folglich besteht eine Stufenreihe in den Bindungen und Entbindungen der ursprünglichen Kräfte, mit deren Veränderungen auch ihre Wirkungen, das ist, die Materie selbst verändert werden muss.

§. 52.

Jeder höhere Grad von Bindung ist demnach eine nähere Einigung der Elementaraktionen, oder der ursprünglichen Kräfte, wodurch sie enger und enger zusammen-treten. Daher können Materien Bestrebungen äussern, statt aussereinander zu existiren, in einander einzudringen; und

Je mehr sie sich zufolge ihrer gegenseitigen Rezeptivitäten bestreben, in einander zu fließen, oder einander zu intussuszeptiren, desto mehr müssen ihre Räume sich vermindern.

§. 53.

Es sind also überhaupt die Bindungsakte der ursprünglichen Kräfte, wovon es abhängt, ob eine Raumerfüllung des Inbegriffes aller Materien in ihren Aeusserungen mehr oder weniger verändert wird. Folglich sind alle eigenthümliche Wirkungen eines jeden Zeitmoments für nichts als für Erfolge der ununterbrochenen Reihe von Bindungen und Entwicklungen jener Kräfte anzusehen.

§. 54.

Man ist sonst und noch bis diesen Augenblick sehr häufig mit der Meinung *Leucipps* und *Demokrits* einverstanden gewesen, die alle materielle Dinge aus begränzten, untheilbaren, oder absolut undurchdringlichen Elementen, oder Kör-

perchen bestehen liessen. Solche ursprüngliche Materien führen noch den Namen *Atome*, den sie von ihren ersten Erfindern erhalten haben, und ihre Zusammensetzungen sollen dadurch Erzeugnisse verschiedener Natur hervorbringen, dass sie theils ihrer Grösse nach verschieden sind, theils auch in ihrer Verbindung leere Zwischenräume von mancherlei Grösse und Gestalt bilden. Man nennt diese Lehrmeinung die *Atomistik*, das *atomistische System*, die *mechanische Naturphilosophie*, oder auch die *Korpuskularphilosophie*. Es ist aber jede Mühe vergebens angewendet, um das Zwecklose und Ungereimte dieses Systems zu verbergen. Denn man kann leeren Ausdehnungen nie eine reale Existenz verschaffen (§. 40.). Es ist ein hülfloses Vorgeben, eine hülflose Voraussetzung, dass kleine Körperchen sich neben einander befinden, wenn die wahrnehmbaren Objekte, der Art ihrer Subsistenz nach, bestimmt

werden sollen ; und ist endlich eine absolute Undurchdringlichkeit und Untheilbarkeit in der Materie undenkbar (§. 37-40. und §. 50.), so gibt es doch wohl in dieser Rücksicht für Atome , etwa ihrer Kleinheit wegen , keine Ausnahmen. Folglich sind Atome und die grösseren Körper, die aus ihren Zusammensetzungen entspringen sollen , für nichts als Undinge anzusehen.

DER ALLGEMEINEN
NATURWISSENSCHAFT
DRITTES HAUPTSTÜCK.

*Die Grössenlehre der Bewegungs-
kräfte, Arithmologie.*

§. 55.

Das Quantum der gebundenen ursprünglichen Bewegungskräfte nennt man *Quantität der Materie*, oder *Masse*. Diese oder die Summe der gebundenen Bewegungskräfte steht also in geradem Verhältnisse mit den Bindungsakten (§. 52.), und im verkehrten Verhältnisse mit der Summe der überschüssigen Bewegungskräfte.

§. 56.

Ruhe, die aus gleichen, in entgegengesetzten Richtungen wirkenden, Bewegungskräften entspringt, heisst *Gleichgewicht*.

Jede Materie ist offenbar als ein System von Bewegungskræften anzusehen, deren Aeusserungen im Zustande des Gleichgewichtes sind. Aber die Mæglichkeit desselben kann nur darauf beruhen, dass keine Neigungen zu hœheren Bindungen (§. 52.) statt finden: weil die Anziehungen, die durch jeden Bindungsakt in den einzelnen Theilen überschüssig werden, sich verkehrt wie ihre überschüssigen Repulsionen verhalten. Je mehr demnach mit jedem gedenkbaren Erzeugnisse einzelner Bindungen in einzelnen Theilen (§. 48.), Zurückstossungskræfte überschüssig werden, desto weniger Anziehungen können in denselben überschüssig sein. Wenn sich aber gleichwohl die gebundenen Anziehungen in jeder Masse wie die gebundenen Repulsionen verhalten müssen, und in jeder Materie überhaupt ein gleiches Quantum zurückstossender und anziehender Kræfte wirken soll: so ist dieses nur dadurch

möglich, dass sich die Summe der überschüssigen Anziehungskräfte aller Theile einer jeden Materie zusammen genommen, wie die Summe der überschüssigen Repulsionen, und wie die Massen verhält. Die Möglichkeit des letztern wird in der Folge (§. 67.) dargethan werden.

§. 58.

Ursprüngliche, oder absolute Elastizität nennt man die vermittelt der ursprünglichen Kräfte bewirkte Ausdehnung einer jeden Materie. Vermöge derselben setzt jede Materie zusammendrückenden Kräften Widerstand entgegen. Die Grösse eines solchen Widerstandes führt den Namen der *spezifischen*, oder *eigenthümlichen Elastizität*. Die absolute Elastizität steht also im geraden Verhältnisse mit der Menge der materiellen Theile oder mit der Masse, die spezifische hingegen im verkehrten Verhältnisse mit den gebundenen ausdehnenden Kräften sowohl als mit den gebundenen Anzie-

hungen, und eben so im verkehrten Verhältnisse mit den Bindungsakten, und mit der Masse (§. 52 und 55.).

§. 59.

Das Verhältniss des Rauminhaltes oder des Umfanges (volumen) einer Materie zu ihrer Masse nennt man *Dichtigkeit*. Heissen die Dichtigkeiten zweier Materien D, d , ihre Umfänge V, v , ihre Massen M, m , so entstehen folgende Verhältnisse:

1) $D : d = M : m$; d. i., die Dichtigkeiten zweier Materien, deren Umfänge gleich sind, verhalten sich wie ihre Massen.

2) $D : d = v : V$; d. i., die Dichtigkeiten zweier Materien, deren Massen gleich sind, verhalten sich verkehrt wie ihre Umfänge.

3) $D : d = M v : m V = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$; d. i., die Dichtigkeiten der Materien verhalten sich überhaupt, wie die Produkte ihrer Massen in die verkehrten Umfänge, oder wie die Quotienten der Massen durch die

Umfänge; und folglich die Dichtigkeiten sphärischer Massen wie die Quotienten der Massen durch die Würfel ihrer Halbmesser. Hieraus ergibt sich

4) $V : v = \frac{M}{D} : \frac{m}{d}$; d. i., die Umfänge verhalten sich wie die Quotienten der Massen durch die Dichtigkeiten, und endlich

5) $M : m = D V : d v$; d. i., die Massen verhalten sich wie die Produkte aus den Dichtigkeiten in die Umfänge.

§. 60.

Da sich die Dichtigkeiten wie die Massen (§. 59. N.^o 1.), und diese sich wie die gebundenen Kräfte verhalten (§. 55.), deren Grössen auf mannigfache Weisen begränzt sind: so ist kein Maximum, noch Minimum der Dichtigkeit in irgend einer Materie möglich.

§. 61.

Man unterscheidet eine zwiefache Art der *Berührung*; die eine ist die *mathematische*, die andere die *physische*. Jene be-

steht in dem Zusammenstosse geometrischer Ræume, die næmliche gemeinschaftliche Grænzen haben, und also einander nicht durchschneiden. Um aber von Materien sagen zu können, dass sie einander berühren, müssen die Aeusserungen ihrer Ausdehnungskräfte, oder ihrer absoluten Elastizitæt in gemeinschaftlichen Grænzen statt finden, so dass die Materien durch keinen Mittelraum getrennt sind. Dieses ist die physische Berührung.

§. 62.

Eine Kraft, deren unmittelbare Aeusserungen in der physischen Berührung ihre Grænzen haben, heisst eine *Flächenkraft*; eine solche hingegen, die über die physische Berührung, d. i. in die Ferne unmittelbar wirkt (*actio in distans*), heisst eine *durchdringende Kraft*.

§. 63.

Die Zurückstossungskräfte, in deren wechselseitigen Wirkungen die physischen Berührungen ihren Grund haben (§. 61.),

sind offenbar Flächenkräfte, und es leidet keinen Zweifel, dass unmittelbare Wirkungen derselben in die Ferne ganz und gar nicht statt finden; aber gleichwohl mittelbare, die sich gerade wie ihre unmittelbaren verhalten. Man denke sich zum Beispiel in der Reihe von Punkten $y \quad z \quad a \quad b \quad c$ repulsive Kräfte, so sind mit den unmittelbaren Wirkungen der Kraft a auf b und z in jedem ihrer Grade, gleiche gegenseitige mittelbare Aeussierungen sowohl in z und b als in y und c verbunden.

§. 64.

Es verhalten sich aber die Wirkungen der Zurückstossungskräfte überhaupt verkehrt wie der körperliche, oder der kubische Rauminhalt ihrer Verbreitung. Je grösser nämlich die Kubikgrösse des Raumes ist, in welchem eine und dieselbe Menge repulsiver Kräfte ihr Ausdehnungsvermögen äussert, desto schwä-

cher sind ihre Wirkungen in allen Punkten des Raumes und umgekehrt.

§. 65.

Verhalten sich die Seitenlinien zweier Würfel, in welchen eine gleiche Quantität repulsiver Kräfte wirksam ist, wie $1:d$, so werden ihre Wirkungen nothwendig allen Punkten der Würfel wie $d^3:1$, oder wie $1:\frac{1}{d^3}$ sein. Setzen wir in gleicher Rücksicht 1 und d als Halbmesser von Kugelflächen, so wird in allen ihren Theilen die Grösse der Kraftäusserung wie $1:\frac{1}{d^3}$ sein. Der Bruch $\frac{1}{d^3}$ wird kleiner, so wie sein Nenner, oder die Würfelseiten, oder die Kugelflächen an Grösse zunehmen; allein er kann nie $=0$ werden, so lange d eine endliche Grösse ist. Das heist, die Aeusserung der Zurückstossungskraft kann unaufhörerlich oder bis ins Unendliche verringert, aber nie vernichtet werden.

§. 66.

Wenn der Halbmesser eines sphæri-

schen Raumes, worin man sich eine Quantität repulsiver Kräfte $= 1$ wirksam vorstellt, $= d$ ist, so wird in jedem vorstellbaren Theile dieses Raumes das zurückstossende Wirkungsvermögen $= \frac{1}{d^3}$ sein. Man kann nun für die äusserste Kugelschale oder Kugelfläche d^2 setzen, weil diese sich wie das Quadrat ihres Halbmessers verhält, und folglich hat dieselbe ein wirksames Ausdehnungsvermögen $= d^2 \cdot \frac{1}{d^3} = \frac{1}{d}$. Man denke sich jetzt jene Quantität repulsiver Kräfte in einer kugelförmigen Materie von gleichem Rauminhalte, so wird selbst in jeder kleinern sphärischen Schichte der selben das Ausdehnungsvermögen $= \frac{1}{d}$ sein, weil die Repulsionen durch ihre gegenseitigen mittelbaren Aeusserungen (§. 63.) einander das Gleichgewicht halten müssen.

§. 67.

Die Anziehungskraft ist in ihren Aeusserungen durchdringend, sie muss nämlich als eine durchdringende Kraft (§. 62.)

angesehen werden. Denn in jedem ihrer ursprünglichen Bindungsakte muss sie in dem Innern einer für sie empfänglichen Repulsion und zugleich innerhalb der Grænzen anderer wirken, oder subsistiren. So wie aber ihre Aeusserungen überhaupt über einzelne Repulsionen, in welchen sie Annæherungen bewirkt, hinausgehen, eben so kann auch kein Mittelraum, von was für einer Grösse er auch sein mag, die Momente der in allen gedenkbaren Theilen der Materien überschüssigen Anziehungsæusserungen erschöpfen oder vernichten. Die Anziehungskraft wirkt also über alle räumliche Grænzen hinaus, sie ist ins unendliche durchdringend wirksam. Daher kommt es auch, dass die überschüssigen Anziehungskræfte sich wie die gebundenen, oder überschüssigen Zurückstossungskræfte, und wie die Massen verhalten (§. 57.).

§. 68.

Die überschüssige Anziehungskraft

heisst *Gravitation*, in so ferne ihre Wirkungen unter allen im ganzen Welt-
raume vorhandenen Materien, sie mö-
gen noch so weit von einander entfernt
sein, thätige Verbindungen hervorbrin-
gen. Das Bewegungsvermögen, das nach
den Richtungen und Aeusserungen der
überwiegendsten Gravitation bewirkt
wird, heisst *Schwere*.

§. 69.

In jeder Masse sind ohnstreitig die
Aeusserungen der Anziehungskräfte jener
Theile, die man sich im Mittelpunkte
vorstellen kann, gegen jeden gedenkba-
ren Theil in gleichen Entfernungen von
gleicher Grösse. Allein es ist ihre Inten-
sität grösser als die Intensität der An-
ziehung eines jeden vom Mittelpunkte
entfernten Theils: *erstens*, weil dieser
den Theilen an den Gräenzen von einer
Seite näher, und *zweitens*, weil er von
allen Theilen der entgegengesetzten Seite
entfernter ist. Hieraus folgt, dass die

Intensitæt der überschüssigen Anziehungskräfte aller Materien im Verhältnisse der Quadrate ihrer Entfernungen vom Mittelpunkte verringert wird. Es verhalten sich aber auch die Anziehungskräfte wie die Massen (§.57 u.67). Folglich verhält sich die Gravitation überhaupt wie die Quotienten der gegen einander gravitirenden Massen durch die Quadrate des Raumes, um welchen ihre Mittelpunkte von einander entfernt sind.

§. 70.

Ist die überschüssige Anziehungskraft einer sphærischen Masse, deren Halbmesser $= d$ ist, im Ganzen $= 1$: so ist $\frac{1}{d^2}$, oder der Quotient vom Quadrate der Entfernung aller æussersten Theile vom Mittelpunkte in 1, das Anziehungsvermögen, das in allen gedenkbaren Theilen der Kugelfläche wirksam ist. Es würde dasselbe vermindert werden, so wie die Kugel an Ausdehnung zunähme; kann aber nie vernichtet werden, so lange d eine endliche Grösse ist.

§. 71.

Wenn zwei gleiche Massen, deren Umfänge sich wie $1 : d^3$ verhalten, von einer und derselben anziehenden Kraft angezogen werden: so wird sich das Anziehungsvermögen, mit welchem auf gleich entfernte Theile gleichen Umfanges beider Materien gewirket wird, wie $d^3 : 1$, oder wie $1 : \frac{1}{d^3}$ verhalten. Hier kann ebenfalls der Bruch nie $= 0$ werden, so lange d eine endliche Grösse ist.

§. 72.

Setzt man 1 für das thätige Anziehungsvermögen einer sphärischen Masse, deren Halbmesser $= d$ ist, so sind die wechselseitigen Anziehungen aller gedenkbaren Theile derselben unter einander $= \frac{1}{d^3}$. Setzen wir wiederum für die Kugelfläche d^2 , so sind die Aeusserungen der Anziehungen in derselben $= d^2$. $\frac{1}{d^3} = \frac{1}{d}$. Aber auch ein gleiches Wirkungsvermögen wird ohnstreitig jede gedenkbare Schichte oder Kugelschale mit

der andern verbinden. — — Ist also mit den Wirkungsweisen der anziehenden und zurückstossenden Kräfte die nothwendige Folge verbunden, dass eine gleiche Quantität einer jeden reale Wirkungen von gleicher Energie in gleichen Räumen bewirken: so können wohl der Begründungsart der Materie durch ein System solcher ursprünglichen Bewegungskräfte (§. 57.) keine Schwierigkeiten ferner entgegen gesetzt werden, und es wäre demnach die Art und Weise der Subsistenz materieller Gegenstände unwidersprechlich dargethan.

DER ALLGEMEINEN
NATURWISSENSCHAFT
VIERTES HAUPTSTÜCK.

Die Lehre der Mittheilung der Bewegung, Mechanik.

§. 73.

Bewegungen sind auf eine zwiefache Weise in der Materie möglich, sie sind nämlich entweder *innere* oder *æussere*. Die innere Bewegung der Materie ist von der Veränderung des Zustandes ihrer Bindungsakte abhængig, während welcher alle gedenkbare Theile einer Materie in andere Reihen von Raumverhältnissen unaufhøerlich unter einander versetzt werden, die von ihren vorherigen auf die mannigfachste Weise verschieden sind. Eine æussere Bewegung hingegen nennt man eine solche, die mit

keiner andern Verænderung der Materie verbunden ist, so dass alle ihre Theile sie auf eine und dieselbe Art æussern, und auch andere Materien in eine gleiche Bewegung versetzen, oder sie denselben *mittheilen* können. Die gegenseitigen Verhältnisse der materiellen Theile bei einer Bewegung ersterer Art heisst eine *dynamische*, und bei einer Bewegung der zweiten Art, eine *mechanische Kausalverbindung*.

§. 74.

Stoss ist die Mittheilung einer Bewegung, die durch zurückstossende Kräfte, und *Zug* diejenige, die durch anziehende Kräfte bewirkt wird.

§. 75.

Aber bloss durch die Subsistenz der Materie nach dynamischen Grundprinzipien gibt es eine Möglichkeit mechanischer Kausalverbindungen. Es ist nämlich nur alsdann möglich, dass Materien einander stossen, oder ziehen, wann

analoge Kraftæusserungen in der Materie ursprünglich existiren. Denn, um aus einem Raume verdrängt werden zu können, muss dem Eindringen in denselben Widerstand geleistet werden; und was in einen Raum eindringt, wirkt selbst nicht anders als repulsiv. Eben so würde auch die Materie ohne ursprünglich anziehende Kräfte weder zur Annæherung angetrieben zu werden, oder einem Zuge zu folgen, noch einen Zug zu bewirken, vermögend sein.

§. 76.

Es gibt indessen keine Verænderungen der Materie, die nicht schlechterdings Erfolge ihrer eingegangenen Kausalverbindungen wæren. Nur von diesen hängen ihre jedesmaligen Bestimmungen ab; sie bestimmen ihren jedesmaligen Zustand, jede Art ihrer Ruhe, jede Art ihrer Bewegung, und in dieser jede Verschiedenheit oder jede Abænderung der Richtung und Geschwindigkeit. Es heisst

dieses mit andern Worten, die Materie ist in allen ihren Aeusserungen an den Zustand ihrer Bewegungskräfte gebunden, und in was für einen Zustand sie auch durch dieselben versetzt werden mag, so muss sie darin beharren, bis andere Kausalverbindungen ihn verändern. Dieses ist das *Gesetz der Trägheit* (lex inertiae).

§. 77.

Die Trägheit ist also der Materie vermöge der Art und Weise ihrer Subsistenz eigenthümlich, sie beschränkt das Wirkungsvermögen der Materie auf die wirkenden Bewegungskräfte, die ihr zu Theile geworden sind. Und eben diese Beschränkung wird vermittelt des Begriffes der Trägheit auf die angemessenste und unzweideutigste Weise ausgedrückt. Fälschlich haben daher mehrere Naturforscher positive Bestimmungen mit jenem Begriffe verbunden geglaubt. Manche haben nämlich die Trägheit mit

Gegenwirkungen, oder mit der Undurchdringlichkeit für einerlei gehalten, und andere haben sogar unter dem Begriffe der Trägheit eigne Kraftäusserungen in der Materie angenommen, vermöge welcher sie ihren Zustand zu behaupten, oder auch zu verändern strebe. Es ist schlechterdings nicht einzusehen, wie man positive Bestimmungen mit jenem Begriffe verbinden konnte. Aber auch eben so wenig lässt sich begreifen, wie man den Wirkungskreis der Materie erweitern zu dürfen glaubte, um sie ein ihren raumerfüllenden Kräften fremdes Vermögen äussern zu lassen. Wenn man sich indessen bei allem dem gleichwohl verleiten lässt, in der Materie solche Bestimmungengründe zu suchen, und auf solche Art Naturgesetze an den Wahn des Hylozoism anknüpft: so führt kein Weg mehr zu Naturerkenntnissen zurück, so gibt es nimmermehr eine Stütze für ein Lehrgebäude der Naturwissenschaft,

weil die Møglichkeit der Grøssenbestimmungen materieller Aeusserungen ein für allemal aufhøeren muss.

§. 78.

Keine Verænderung der Materie kann ein Dasein, oder eine Zernichtung irgend einer andern zuwege bringen, oder der gesammte Inbegriff aller vorhandenen Materien muss bei allen Verænderungen ihrer dynamischen und mechanischen Kausalverbindungen, der Quantitæt nach immer einerlei bleiben, kann weder vermehrt, noch verringert werden. Denn jede Materie ist als Substanz (§. 49.), gleich ihren Grundprinzipien, dem Dasein nach unwandelbar. Folglich kann keine Kausalverbindung der Materien mit einem Wechsel ihrer Quantitæt verbunden sein. Daher ist jede wahrnehmbare Verænderung der Materie auf eine Verænderung in der Art ihrer Subsistenz gegründet, sie ist ein Wechsel ihrer Zustænde, der selbst nichts anders, als ir-

gend eine Abänderung in ihren Kausalverbindungen ist. Dieser Lehrsatz heisst dass *Gesetz der Selbststændigkeit* (lex subsistentiæ).

§. 79.

Græsse der Bewegung (Quantitas motus) nennt man das Wirkungsvermögen einer Materie in ihren æussern Bewegungen (§. 73.), und in Beziehung auf dasselbe nennt man *Masse* diejenigen materiellen Theile, die an der Wirkung selbst einen direkten oder unmittelbaren Antheil haben. So zersprengt z. B. das bewegte Wasser in Masse einen Wasserhammer. Allein je mehr Luft in der gläsernen Røhre enthalten ist, die die bewegten Wassertheilchen von einander absondert, und dadurch verhindert, dass dieselben nicht in Masse von einem innern Ende der Røhre gegen das andere stossen, desto geringer wird ihre Wirkung; und diese ist endlich kaum

noch bemerkbar, wenn die in der Röhre enthaltene Luft ziemlich beträchtlich ist.

§. 80.

Die Grösse der Bewegung steht so wohl mit der Masse, als mit ihrer Geschwindigkeit im Verhältnisse. Nennt man also die Grössen der Bewegungen Q, q , die Massen M, m , ihre Geschwindigkeiten C, c : so ist

1. $Q : q = M : m$, das ist, die Grössen der Bewegungen zweier Materien verhalten sich wie die Massen, wenn die Geschwindigkeiten gleich sind.

2. $Q : q = C : c$, das ist, die Grössen der Bewegungen zweier Materien, deren Massen gleich sind, verhalten sich wie die Geschwindigkeiten; und folglich

3. $Q : q = M C : m c$, dass ist, die Grösse der Bewegung verhält sich überhaupt, wie das Produkt der Masse in die Geschwindigkeit. Hieraus folgt, dass $Q = q$, wenn $M C = m c$, oder wenn $M : m = c : C$, d. i., die Grössen zweier Bewegungen

sind einander gleich, wenn die Massen sich verkehrt, wie die Geschwindigkeiten verhalten.

§. 81.

Man kann die Quantität der Materien auf keine andere Art bestimmen, als durch die Verhältnisse der Grössen ihrer Wirkungsvermögen, wenn sie mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt werden. Denn die Bindungsstufen, von welchen die Menge der in einem Raume enthaltenen materiellen Theile abhængig ist (§. 55.), sind durchaus keiner numerischen Bestimmung fæhig (§. 48.). Jede Materie aber, als ihr Erzeugniss betrachtet, ist gleich dem Raume, den sie einnimmt, bis ins unendliche theilbar (§. 50.). Folglich ist die Grösse ihres Wirkungsvermögens es einzig und allein, wodurch eine Schætzung ihrer Quantität möglich ist, wenn die Geschwindigkeit, mit welcher sie in Bewegung gesetzt worden, bekannt ist. Denn ist $C = c$, so ist

$M:m = Q:q$ (§. 80. N.^o 1.). So sucht man im gemeinen Leben vermittelst der Wage und der Gewichte gleiche Bewegungsgrößen zu bewirken, um die Verhältnisse der Massen zu bestimmen. Denn man setzt mit Grunde zum voraus, dass die Geschwindigkeit, mit welcher ihre Schwere wirkt, an und für sich selbst unveränderlich ist, was für eine Quantität materieller Theile durch dieselbe bewegt werden mag.

§. 82.

Es ist keine Wirkung der Materie ohne Gegenwirkung möglich. Denn besteht die Wirkung in einer Veränderung der Materie in ihrer dynamischen Subsistenz, so erfolgt sie nicht anders als durch Bindungen einander entgegen gesetzter Kraftäusserungen; ist sie aber mechanischer Art, so ist ihr Erfolg durch die Verhältnisse der einander widerstehenden, oder der einander entgegen gesetzten Bewegungsgrößen bestimmt.

Da jede Wirkung der Materie von æussern Einwirkungen abhængig ist, und folglich auch ihre Gegenwirkungen diesen gemæss sein müssen: so müssen diese als Wechselwirkungen angesehen werden, d. h., Wirkungen und Gegenwirkungen der Materien, sind jederzeit einander gleich (*lex antagonismi*). Die Bewegungen næmlich, die aus dem Widerstande oder aus der Wechselwirkung einer Materie und aus den Wirkungen der andern erfolgen sollen, müssen so wie sie nach phoronomischen Lehrsætzen (§. 22 und 23.) mit einander verbunden werden können, betrachtet werden. Man denke sich also eine Masse M sei mit der Geschwindigkeit C gegen eine andere ruhende m nach links im Anlaufe. Man muss sich nun die Bewegung der Masse M mit dem Wirkungsvermögen $M C$ im absoluten Raume vorstellen; und die Gegenwirkung, die von m ausgeübt wird, auf

die Art, dass sie, samt dem relativen Raume mit demselben Wirkungsvermögen $M C$ rechts entgegen rücke, weil gerade in dieser Wirkungsweise ihr Widerstand besteht. Die gleich grossen Wirkungsvermögen $M C$ beider Massen heben nothwendig einander auf. Allein der relative Raum bleibt mit dem Wirkungsvermögen $M C$ nach rechts in Bewegung, das heist, M und m bewegen sich links mit der Geschwindigkeit $\frac{M C}{M + m}$. In dieser Wirkung ist also die Materie M zufolge ihres Wirkungsvermögens $M C$ thätig, und mit eben demselben ist ihr entgegen gewirkt worden.

§. 84.

Um nun die Wirkungen der Materien, die mit verschiedener Geschwindigkeit und nach verschiedenen Richtungen gegen einander stossen, zu bestimmen, bedarf es nur einer Anwendung des Gesetzes der Gleichheit der Wirkungen und Gegenwirkungen. Stösst nämlich die

Materie M mit der Geschwindigkeit C gegen eine andere m , die mit der Geschwindigkeit c in der nämlichen Richtung bewegt wird, so ist die Geschwindigkeit der Bewegungen beider Materien nach dem Stosse $\frac{M C + m c}{M + m}$. Denn M erleidet so lange Gegenwirkungen von m bis alle Theile beider Materien eine gleiche Geschwindigkeit in ihren Bewegungen erlangt haben. Stossen daher die Materien M und m in entgegen gesetzten Richtungen gegen einander, und ihre Wirkungsvermögen sind einander gleich, so ruhen beide nach dem Stosse; sind aber die Grössen ihrer Wirkungsvermögen verschieden, so bewegen sich beide nach dem Stosse in der Richtung der bewegten Materie, die das überwiegende Wirkungsvermögen hatte, und die Geschwindigkeit ihrer Bewegung ist $\frac{M C - m c}{M + m}$, das ist, der Quotient der Differenz ihrer Wirkungsvermögen durch die Summe ihrer Massen.

So wie aber kein Stoss ohne einen gleichen Gegenstoss, so kann auch keine Anziehung, oder kein Zug ohne einen gleichen Gegenzug statt finden. Denn die gleiche Gegenwirkung, die mit jeder Wirkung verbunden sein muss, kann offenbar weder durch die Wirkungsweisen oder durch die verschiedenen Richtungen, nach welchen die Bewegungskräfte wirken, noch durch die verschiedenen Ursachen der Wirkungen, Einschränkungen erleiden. Es mögen also Anziehungen, oder Repulsionen, einen Stoss, oder eine blosse Annæherung der Materien gegen einander bewirken, oder die Materien selbst mögen in Ansehung ihrer innern Kräfte, oder in Ansehung der Quantitæt ihrer Massen noch so sehr verschieden sein, immer bleibt das Gesetz unverænderlich. Daher muss auch die Wirkung einer æusserst geringen Masse auf eine andere, die in Vergleichung

mit jener ihrer Grösse nach unermesslich scheint, immer mit einer gleichen Gegenwirkung verbunden sein.

§. 86.

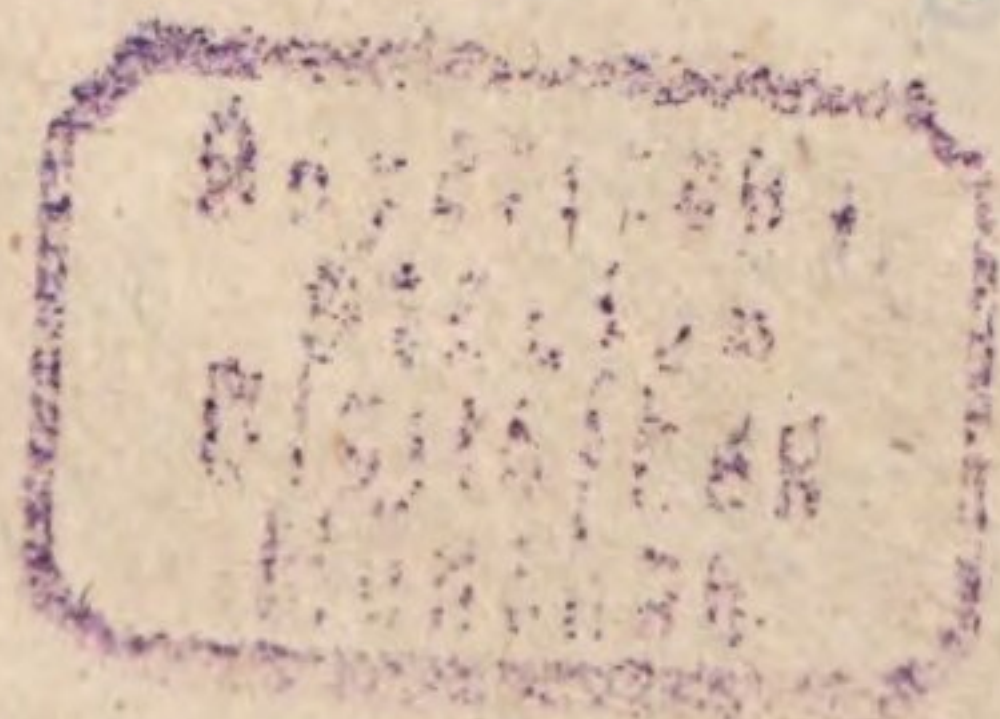
Jede Wirkung einer Materie steht in unmittelbarer Verbindung mit einer ununterbrochenen Reihe anderer ihrer Wirkungen, wovon jede als ein Uebergang ihres vorigen Zustandes in einen andern anzusehen ist. Nämlich jedes Raumverhältniss, jede Richtung einer Bewegung, und jeder Grad von Geschwindigkeit kann nicht anders als kontinuierlich, oder nach und nach verändert werden; so wie zwei gerade Linien, die in einen Winkel von 180° zusammen gestossen sind, in allen Beugungen des 180sten Grades gegen einander geneigt werden müssen, bevor sie den Winkel von 179° unter einander bilden können. Der Materie kann also nicht urplötzlich eine Bewegung mitgetheilt werden, sondern eine Reihe zahlloser Zwischenzustände müssen

als Uebergänge dienen , um in ihr wahrnehmbare Verschiedenheiten ihres Wirkungsvermögens hervorzubringen , so dass immer zwischen jeden zweien ihrer Mittelzustände der Unterschied geringer ist, als zwischen dem ersten und letzten der zu jeder ihrer Veränderungen gehöri- gen Reihe von Zuständen. Dieses ist das mechanische *Gesetz der Stetigkeit*. (Lex continui mechanica).

§. 87.

Da in der dynamischen Subsistenz der Materie unaufhörliche Bewegungs- äusserungen derselben gegründet sind (§. 57.), so ist sie nie ausser aller Wirk- samkeit. Es ist aber auch überhaupt kein Uebergang aus dem Zustande absoluter Unthätigkeit oder Bewegungslosigkeit in Bewegungsäusserungen vorstellbar. Hier- aus erhellet , dass veränderte Zustände der Materie nichts anders als Vergroesse- rungen , oder Verminderungen ihrer thä- tigen Wirkungsvermögen sind.

G



Die Grösse einer vermehrten Bewegungsäusserung, oder Geschwindigkeit in jeder unendlich kleinen Zeit heisst ein *Moment der Beschleunigung*; die Kraftäusserung aber, durch welche dasselbe bewirkt wird, *Sollicitation*.

Die Vermehrung der Geschwindigkeit, oder des Wirkungsvermögens, die ein jedes Moment der Beschleunigung zur Folge hat, ist ein Differential der ersten Ordnung. Wenn nämlich x die Grösse des Wirkungsvermögens einer Materie ist, so wird dasselbe dadurch, dass es mit jedem Augenblicke, oder mit der Folge der Zeit um eine unendlich kleine Grösse wächst, in dem ersten Zeittheilchen $x \div d x$, in dem zweiten $x \div 2 d x$ u. s. w. Denn die Dauer einer jeden Sollicitation ist unendlichmal in der Dauer einer endlichen Bewegung enthalten. Wäre nun eine endliche Ge-

schwindigkeit, die a heissen soll, die Wirkung eines Moments der Beschleunigung, so würde dieselbe in jeder endlichen Zeit unendlichmal vervielfältigt $= a \infty$ werden. Ist hingegen die Wirkung eines Moments der Acceleration $\frac{a}{\infty}$, so erwächst in einer endlichen Zeit eine endliche Geschwindigkeit, nämlich $\frac{a}{\infty} \cdot \infty = a$.

§. 90.

Repulsive Kräfte müssen in jeder Solicitation mit endlicher Geschwindigkeit wirken; Anziehungskräfte hingegen mit unendlich kleiner Geschwindigkeit. Denn in den repulsiven Wirkungen ist eine Flächenkraft, oder eine Kraftäusserung in den einander berührenden Punkten wirksam (§. 63.), die sich zu den Materien selbst wie $1 : \infty$, oder wie $\frac{1}{\infty} : 1$ verhalten. Wenn aber eine unendlich kleine Masse eine Wirkung $\frac{a}{\infty}$ (§. 89.) hervorbringen soll, so muss sie offenbar mit einer endlichen Geschwindigkeit wirken,

weil alsdenn ihr Wirkungsvermögen $= \frac{1}{\infty} \cdot a = \frac{a}{\infty}$ ist. Hingegen mit unendlich kleiner Geschwindigkeit würde ihre Wirkung $= \frac{a}{\infty} \cdot \frac{1}{\infty} = \frac{a}{\infty^2}$, und mithin geringer als $\frac{a}{\infty}$ sein. Allein die durchdringende Anziehungskraft (§. 67.), die auf alle Theile einer Quantität Materie in demselben ungetheilten Augenblicke wirken kann, würde mit endlicher Geschwindigkeit sogleich mit dem ersten Momente eine Wirkung von einer endlichen Grösse hervorbringen; folglich kann in ihrer Sollicitation nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit statt finden.

§. 91.

Wenn die beiden Grundkräfte in ihren, Kausalverbindungen mit ungleicher Energie sollicitiren, so müssen ihre Kraftäusserungen selbst vertheilt sein (§. 48.), weil sonst die Repulsion, die in unendlich kleinen Zeittheilchen mit endlicher Geschwindigkeit wirkt, mit unendlicher

Geschwindigkeit in jeder endlichen Zeit wirken müsste. Ausserdem aber, dass dieses an und für sich unmöglich ist, würden dadurch die geringeren Aeusserungen der ursprünglichen Anziehungskräfte vernichtet werden. Man sieht daher die Unmöglichkeit des Maximums einer Bindung, in welchem die Materie zur Veränderung ihrer dynamischen Kausalverbindung unfähig sein sollte, indem nicht nur die überschüssigen Quantitäten einer jeden der beiden Kräfte in den einzelnen Theilen verschiedener Materien, sondern auch selbst die Sollicitation beider Kräfte überhaupt von ungleicher Grösse sein müssen. Ebenso sieht man auch, dass ein Maximum der absoluten Elastizität (§. 58.), wodurch die Materie einer Zusammendrückung schlechterdings unfähig sein sollte, unmöglich ist, indem der Widerstand der repulsiven Kräfte einer solchen Materie in einer unendlich klei-

nen Zeit von endlicher Grösse sein müsste.

§. 92.

Die bewegenden Kräfte müssen in der gleichförmig beschleunigten Bewegung (§. 14.) nothwendig ihre Aeusserungen, oder die Wirkungen ihrer Sollicitationen unaufhörerlich erneuern. Sie müssen also das bewegte Objekt, selbst während eines jeden Moments der Acceleration, das sie in ihm bewirken, sollicitiren. Da nun jede Geschwindigkeit aus der Summe der beschleunigenden Momente zusammengesetzt ist, so verhält sie sich bei dieser Bewegung offenbar wie die Dauer derselben. Nennen wir daher die Zeiten zweier gleichförmig beschleunigter Bewegungen T, t , ihre Geschwindigkeiten C, c , so ist $C : c = T : t$.

§. 93.

Man nennt die Geschwindigkeit der gleichförmig beschleunigten Bewegung,

so wie sie aus der Summe der beschleunigenden Momente mit jedem Zeittheilchen erwächst, *Endgeschwindigkeit*. Diese ist offenbar jederzeit das Doppelte jener Geschwindigkeit, mit welcher das bewegte Objekt in einer gleichförmigen Bewegung (§. 13.) einen gleich grossen Raum in derselben Zeit durchlaufen würde. Folglich ist $C = \frac{2S}{T}$ (§. 12. N.º 3.), und $CT = 2S$; mithin ist $S:s = CT:ct$, d. i., die Räume verhalten sich wie die Produkte der Geschwindigkeiten in die Zeiten. Da aber auch $C:c = T:t$, (§. 92.), so ist $S:s = C^2:c^2 = T^2:t^2$, d. i., die Räume verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten, oder Geschwindigkeiten. Hieraus folgt, dass die Räume, die mit der Folge gleicher Zeiten zurückgelegt werden, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 u. s. w. der Ordnung nach zunehmen; dass sich die Grössen der Bewegungen wie die Produkte der Massen in die Zeiten, oder in die Endge-

schwindigkeiten, oder in die Quadratwurzel der durchlaufenen Ræume verhalten; und dass sich endlich die Bewegungskräfte verhalten, wie die Quotienten der zurückgelegten Ræume durch die Quadrate der Zeiten, oder wie die Quotienten aus den Quadraten der Geschwindigkeiten durch die zurückgelegten Ræume.

§. 94.

Bei der gleichförmig verzögerten Bewegung (§. 14.) erneuern die Bewegungskräfte, die die Geschwindigkeit derselben vermindern, unaufhøerlich ihre Aeuserungen. Daher müssen bei der gleichförmig verzögerten und bei der gleichförmig beschleunigten Bewegung gleiche Bewegungskräfte wirken, um einen Gegenstand durch gleiche Ræume in gleichen Zeiten zu bewegen. Es müssen folglich überhaupt dieselben Gesetze von der gleichförmig verzögerten Bewegung gelten, die von der gleichförmig be-

schleunigten erwiesen worden sind (§. 93.); nur dass die Ræume, die mit der Folge gleicher Zeiten zurückgelegt werden, abnehmen, jedoch ebenfalls nach der Ordnung der ungeraden Zahlen 13, 11, 9, 7 u. s. w.

§. 95.

Da bei der drehenden Bewegung eines Objektes die Theile, die von dessen Axe gleichweit entfernt sind, gleichförmig gleiche Kreisbogen durchlaufen, und da diese sich wie ihre Halbmesser verhalten: so müssen nothwendig die Geschwindigkeiten der bewegten Theile im Verhältnisse ihrer Næhe gegen die Axe geringer sein.

§. 96.

Eine unbiegsame an irgend einem ihrer Punkte befestigte Linie, auf deren einzelne Theile Kräfte wirken, um sie um die befestigte Stelle zu drehen, heisst ein *mathematischer Hebel*. Den befestigten Punkt nennt man *Ruhepunkt*; jede

Linie zwischen diesem Punkte und jenem, an welchem die eine oder die andere Kraft angebracht ist, *Hebelarm*; was den Ruhepunkt selbst fest hält, *Unterlage*, *Hypomochlion*, und das Wirkungsvermögen der Kräfte *statisches Moment*, oder *Abwage der Kraft*.

§. 97.

Man unterscheidet folgende Arten des Hebels:

a) Der Ruhepunkt befindet sich zwischen den beiden Hebelarmen. Man nennt einen solchen Hebel einen *doppelarmigen*, oder einen *Hebel der ersten Art* (*vectis heterodromus*).

aa) Stossen die Hebelarme gerade gegen einander, so ist ein *geradliniger Hebel*;

bb) schneiden sie aber einander, oder bilden krumme Linien, ein *Winkelhebel*, ein *krummliniger Hebel* (*vectis inflexus*).

b) Die Hebelarme befinden sich an einer und der nämlichen Seite des Ruhepunktes. Ein solcher Hebel heisst *einseitig*, oder *Hebel der zweiten Art* (*vectoris homodromus*).

§. 98.

Die statischen Momente verhalten sich wie die Produkte der Bewegungskräfte in die Entfernungen der senkrechten Richtungslinien ihrer Wirkungen vom Ruhepunkte, oder wie die Produkte aus den Kräften in die Sinus der Winkel, die die Richtungslinien der Kräfte mit den Hebelarmen bilden. Verhalten sich also die Kräfte verkehrt wie jene Sinus, oder verhalten sie sich verkehrt wie die Entfernungen ihrer senkrechten Richtungslinien vom Ruhepunkte, so stehen sie unter einander im Gleichgewichte (§. 56.). Nur die Hauptfälle bedürfen eines Beweises; wie ihre Anwendungen auf sonstige Abänderungen derselben statt finden, kann keine Schwierigkeit haben.

I. Wenn zwei gleiche Kräfte a, b an die HebelEnden des gleicharmigen Hebels $a c b$ Fig. 3 angebracht sind, um denselben in senkrechter Linie abwärts zu bewegen, so wirken dieselben, jede an ihrer Seite die HebelEnden durch die Hälfte des Halbkreises $a d b$ nach dem Punkt d zu drehen. Man denke sich statt dieser Bewegungen, der Punkt d solle sich vermittlest jener Kräfte sammt dem relativen Raume $d c a$ gegen a einerseits, und sammt dem relativen Raume $d c b$ anderer Seits gegen b bewegen (§. 22.). Sie würden alsdann zu gleicher Zeit gleiche Bewegungen in entgegen gesetzten Richtungen bewirken müssen, die einander aufheben; folglich ruhet der Hebel. Wären aber die beiden Kräfte von verschiedener Grösse, z. B. b grösser als a , so würde der Punkt d sammt dem relativen Raume nach b getrieben werden, das ist, b würde ihr HebelEnde abwärts drehen. Eine andere Art sich das Gleich-

gewicht anschaulich zu machen, beruhet auf dem Gesetze der Wirkung und Gegenwirkung (§ 83.). Næmlich die Wirkungen der Kräfte a , b auf ihre Hebelarme müssen mit einer gleichen Gegenwirkung verbunden sein. Man muss sich daher d sammt den relativen Ræumen $d c a$ und $d c b$ gegen a und b in Bewegung vorstellen. So lange nun a und b einander gleich sind, ist eine Gegenwirkung, und folglich auch eine Wirkung unmöglich.

II. Es sind zwei Kräfte a , b an dem doppelarmigen Hebel $a c b$ Fig. 4 angebracht, in welchem der eine Hebelarm $b c$ zweimal so gross als der andere $a c$ ist. Wenn hier, wie im vorigen Falle, die Ræume $a d$ und $b D$ in gleichen Zeiten durchlaufen werden sollen, so wird die Geschwindigkeit der Bewegung durch den Raum $b D$ doppelt so gross als durch den Raum $a d$ sein müssen (§. 95.). Soll also in der Linie $c D$ keine Bewegung gegen b statt finden, so müssen zweimal so viel Kräfte gegen

a als gegen b wirken, oder die Kräfte müssen sich verkehrt wie die ihnen zugehörigen Hebelarme verhalten. Folglich ist Gleichgewicht vorhanden, wenn $a : b = b c : a c$.

III. Zwei Kräfte a, b wirken senkrecht an dem rechtwinklichten und gleicharmigen Hebel $a c b$ Fig. 5. Man ziehe vermittelst eines Hebelarmes den Halbkreis $e a b$, und denke sich dessen Raum mit dem Hebel verbunden. Wenn jetzt b den Hebel bewegen soll, so muss sie zugleich den Halbkreis gegen d drehen, und soll a den Hebel bewegen, so muss sie dasselbe thun. Die Gegenwirkungen, die man sich hiebei in d vorzustellen hat, müssen einander aufheben, wenn sie einander gleich sind. Es findet also das nämliche wie in den vorigen Fällen statt, und es ist Gleichgewicht vorhanden, wenn $a : b = b c : a c$.

IV. Es wirkt an einem geradlinigen Hebel $a c b$ Fig. 6 die Kraft a in der senk-

rechten Richtung aa , und die Kraft b in schiefer Richtung bB . Denkt man sich diese als eine Diagonale, die die unter einem Winkel verbundenen Bewegungen cb und be bestimmen (§. 28.): so kann offenbar der Theil cb oder Be der Kraft b , dessen Richtung mit dem Hebel selbst parallel ist, zur Drehung desselben nicht mitwirken. Aber alsdann würde b ihr ganzes Wirkungsvermögen auf den Hebel ausüben, wann dieser durch eine veränderte Stellung mit der Linie bB einen rechten Winkel bildete. Man ziehe daher aus dem Ruhepunkte c auf bB die senkrechte Linie cd . Da jetzt b in senkrechter Richtung auf cd wirkt, so ist Gleichgewicht vorhanden, wenn $a : b = cd : ac$.

DER ALLGEMEINEN
NATURWISSENSCHAFT
FÜNFTES HAUPTSTÜCK.

Die Lehre der Bewegung und Bewegungskräfte, als Gegenstände der Erfahrung, Phänomenologie.

§. 99.

Als Korrelate, oder Theilvorstellungen kommen zwei Gegenstände, Materie und Raum, in der Totalvorstellung einer jeden Bewegung in gegenseitige Beziehungen. Was für ein Antheil es ist, der jedem der beiden Gegenstände an Bewegung zuerkannt wird, ergibt sich aus der Erwägung, wie dieselbe

1. mit dem einen Gegenstande sowohl als mit dem andern vereinbar, in dem

einen und in dem andern gleich *mæglich* sein kœnne , in so ferne bei derselben keine Bedingungen statt finden , die sie in Ansehung des Gegenstandes bestimmen ; d. h., dieser ist alternativ denkbar, oder das disjunktive Urtheil ist in subjektiven Beziehungen gegründet. Oder

2. gewisser Bestimmungen wegen einem Gegenstande *wirklich* zukomme , und der andere von jedem Antheil ausgeschlossen sei ; d. h., das disjunktive Urtheil hat seine objektiven Bedingungen, so dass nur mit diesen wirkliche Bewegungen eines Objektes denkbar sind. Oder endlich

3. einem Objekte *nothwendig* zukomme.

§. 100.

Man sieht leicht, dass in den verschiedenen Verhælnissen, unter welchen Bewegung bisher ein Gegenstand unserer Betrachtungen war, die Gründe anzutreffen sein müssen, wodurch das Objekt derselben bald in der Eigenschaft der Mæg-

H

lichkeit, bald in der Eigenschaft der Wirklichkeit, oder gar der Nothwendigkeit gedacht wird. In den phoronomischen Untersuchungen waren die räumlichen Verhältnisse und ihre Veränderungen in den relativen Räumen und in den Materien gegründet, Bewegungsfähigkeit war ihnen beiden gemein. Wenn hingegen nach dynamischen Grundsätzen jede Bewegung die Wirksamkeit bewegender Kräfte erfordert, so gibt es keine Bewegung, die nicht in diesen ihren objektiven Grund hätte. Endlich aber ist auch die Bewegung als Prädikat nothwendig mit einem Objekte verbunden, in so ferne sie nach mechanischen Gesetzen der Kausalverbindungen als unveränderliche Bedingung, so und nicht anders gedacht werden kann.

§. 101.

Von jeder geradlinigen Bewegung kann der relative Raum in entgegen gesetzter Richtung, oder die Materie das bewegte Objekt sein. Denn sie muss von einem so wie vom andern als ein mögliches

Prædikat gedacht werden können, weil beide Objekte in der Vorstellung einer solchen Bewegung auf einander bezogen werden müssen; und es kann nicht anders als von dem verschiedenen Standorte des vorstellenden Subjektes abhængig sein, ob es sich selbst sammt dem relativen Raume seines Gesichtskreises für ruhig, die Annæherung hingegen, oder die Entfernung eines Kørpers als dessen Bewegung, oder ob es sich selbst und den Kørper im Raume für ruhig halten möchte, weil der relative Raum ihm in entgegengesetzter Richtung bewegt dünkt. Aber eben durch die nothwendige Beziehung der bewegten Gegenstænde auf begrænzte Ræume ist nirgend eine Møglichkeit einer absoluten Bewegung vorhanden, ist die Vorstellung einer Bewegung in Beziehung auf den unendlichen absoluten Raum schlechterdings unmøglich, weil mit diesem die Vorstellung einer Beweglichkeit schlechterdings unvereinbar ist.

§. 102.

Jede krummlinige Bewegung erfordert die unaufhörliche Wirksamkeit zweier Bewegungskräfte, wodurch das Bewegliche keinen Augenblick in der unveränderten Richtung einer derselben seine Bewegung fortsetzt, sondern ihre Wirkungen müssen jede, die Wirkung der andern dergestalt verändern, dass das Objekt beständig nach der Tangente, aber auch zugleich nach dem Mittelpunkte der Bahn getrieben wird. Der Gegenstand wird daher in allen Punkten seiner Bahn durch mittlere Bewegungen (§. 23 N.^o 3. – §. 26.) geführt, die aus zusammenstossenden unendlich kleinen Diagonalen bestehen.

§. 103.

Der Mittelpunkt einer krummlinigen Bahn heisst *Kræftenpunkt*, *Mittelpunkt der Kräfte* (*centrum virium*), oder auch *Focus*, und die Kräfte selbst *Zentralkräfte* (*vires centrales*). Diejenige Kraft, durch deren Wirksamkeit das Bewegliche

einen gewissen Abstand vom Kräftenpunkte, oder vom Mittelpunkte der Krümmung nicht vergrössern kann, nennt man *Zentripetalkraft*, oder *Normalkraft* (*vis centripeta*, s. *vis normalis*); jene aber, die auf Entfernen oder Ablenken von jenem Punkte wirkt, *Schwungkraft*, *Zentrifugalkraft*, *Tangentialkraft*, *Fliehkraft* (*vis centrifuga*, s. *vis tangentialis*); *Umlaufszeit*, die Zeit, worin das Bewegliche die Bahn vöellig durchläuft; und endlich jede gerade Linie aus dem Kräftepunkte nach der Bahn *Vektor*, oder *Radius Vektor*.

§. 104.

In jeder krummlinigen Bewegung verhalten sich die Zeiten wie die vom Vektor durchlaufenen Flächenräume, so dass seine Drehung immer in gleichen Zeiten in die Gräenzen gleicher Flächenräume eingeschlossen ist. Es seien in zwei unendlich kleinen Zeiten die gleichen Aeusserungen der Zentripetalkraft ab und ef

Fig. 7, und die gleichen Aeusserungen der Fliehkraft $a d$ und $e g$: so bewegt sich der Vektor durch zwei unendlich kleine Dreiecke $a c e$ und $e c h$, die einander gleich sind. Denn es ist das Dreieck $a d e = d c e$, weil die Grundlinie beider $d e$, und diese mit $a b$ parallel ist; mithin ist auch $a c d = a c e$. Eben so ist auch $e c h = e c g$. Es ist aber auch $e c g = a c d$, weil $e g = a d$, und $e c = a c$; folglich ist $e c h = a c d = a c e$. Hieraus folgt, dass jede kreislinige Bewegung gleichförmig ist (§. 13.), weil zu gleichen Kreisausschnitten, die vom Vektor in gleichen Zeiten durchlaufen werden, gleiche Bogen gehören. Nennt man daher die Umlaufzeiten T, t , die kreislinigen Bahnen P, p :

$$\text{so ist } T:t, = \frac{P}{C} : \frac{p}{c} = P c : p C, (\text{§. 12. No. 5.})$$

§. 105.

Die Geschwindigkeiten der bewegten Objekte verhalten sich in allen Punkten,

oder Theilen einer krummlinigen Bahn verkehrt, wie die auf deren Tangenten aus dem Kräftepunkte gezogenen senkrechten Linien. Denn sie verhalten sich in gleichen Zeiten überhaupt wie die von den Vektoren durchlaufenen Flächenräume (§. 104.). Nun verhalten sich nothwendig die Grundlinien in den gleichen Dreiecken $a c e$, $e c h$ verkehrt wie die aus c auf $a e$ und $e h$ senkrechten Linien, weil diese die Höhen der Dreiecke sind. Man kann aber, weil wir unendlich kleine Zeiten, und $a e$, $e h$ als unendlich kleine Theile der krummen Linie annehmen, die Tangente $a d$ mit dem Bogen $a e$, und die Tangente $e g$ mit dem Bogen $e h$ für einerlei halten. Folglich verhalten sich die Geschwindigkeiten in $a e$ und $e h$ verkehrt wie die aus c auf ihren Tangenten senkrechten Linien. Hieraus erhellet, dass die krummlinige Bewegung desto weniger gleichförmig sein kann, je mehr sich ihre Bahn von der

Kreislinie entfernt, weil die Geschwindigkeit mit der Zunahme der Entfernung von dem Kräftepunkte verringert wird. Da aber auch nur alsdann diese Entfernung unveränderlich, oder die Geschwindigkeit gleichförmig sein kann, wann $a b = e f$, und $a d = e g$ (§. 25.), das ist, die Tangential- und Zentripetalkräfte ihrer Energie nach einerlei bleiben: so kann auch nur unter dieser Bedingung die Bahn eine Kreislinie sein.

§. 106.

In jeder kreislinigen Bewegung verhalten sich die Zentralkräfte wie die Quotienten aus den Quadraten der Geschwindigkeiten durch die doppelten Halbmesser oder Vektoren. Gesetzt, es sei der Bogen $a e$ Fig. 8 in einer sehr kleinen Zeit durchlaufen worden, und könne daher mit der Tangente $a d$ für einerlei gehalten werden; $a b$ sei die Zentripetalkraft, $a d$ die Tangentialkraft, und $b e$ auf dem Durchmesser $a f$ senkrecht, so

ist der Kathetus $a e$ die mittlere Proportionallinie zwischen der Hypothenuse $a f$ und dem Theile $a b$ derselben, der mit ihm auf einerlei Seite liegt. Es ist aber auch $a f : a e = a e : a d$. Folglich ist $a b = \frac{a e^2}{a f}$, und $a d = \frac{a e^2}{a f}$. Nennen wir demnach die Zentralkräfte V , die Entfernung vom Kräftepunkte r , so ist $V = \frac{s^2}{2r} = \frac{c^2}{2r}$ (§. 12 N.º 1.). Hieraus folgt:

I. Wenn zwei Objekte in verschiedenen Kreisen gleiche Umlaufszeiten haben, so verhalten sich ihre Zentralkräfte wie ihre Halbmesser, oder wie ihre Entfernungen vom Kräftepunkte. Denn die ähnlichen Bogen, die sie in gleichen Zeiten durchlaufen, verhalten sich wie ihre Halbmesser; mithin ist $V = \frac{r^2}{2r} = \frac{r^2}{r} = r$.

II. Wenn zwei Objekte in gleichen Entfernungen vom Kräftepunkte mit un-

gleicher Geschwindigkeit bewegt werden, so verhalten sich ihre Zentralkräfte, wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeiten. Durchläuft z. B. in gleichen Zeiten ein Objekt den Bogen $a e$, und ein anderes den Bogen $a g$, so verhalten sich ihre Zentralkräfte wie $\frac{a e^2}{2 a c} : \frac{a g^2}{2 a c} = a e^2 : a g^2 = c^2 : C^2$.

III. Wenn zwei Objekte ungleiche Theile von Peripherien, oder ungleiche Kreisbogen mit gleicher Geschwindigkeit durchlaufen, folglich ungleiche Umlaufzeiten haben, so verhalten sich ihre Zentralkräfte verkehrt wie die Halbmesser der Peripherien. Denn hier bleibt $a e^2$, S^2 , oder c^2 unverändert; mithin ist $V = \frac{1}{2 r} = \frac{1}{r}$.

IV. Wenn zwei Objekte durch verschiedene Kreisen oder durch ungleiche Entfernungen vom Kräftepunkte in ungleichen Umlaufzeiten bewegt werden, so verhalten sich ihre Zentralkräfte, wie die

Quotienten der Halbmesser durch die Quadrate der Umlaufszeiten. Denn V verhælt sich wie $\frac{C^2}{2r}$, oder wie $\frac{C^2}{r}$. Nun ist $C^2 = \frac{r^2}{T^2}$ (§. 12 N.º 3.). Folglich ist

$$V = \frac{r^2}{r T^2} = \frac{r}{T^2}.$$

V. Wenn sich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der Entfernungen vom Kræftenpunkte verhalten, so sind die Zentralkræfte im verkehrten Verhæltnisse der Quadrate dieser Entfernungen. Denn da $T^2 = r^3$, und $V = \frac{r}{T^2}$ (N.º IV.): so ist $V = \frac{r}{r^3} = \frac{1}{r^2}$.

VI. Verhalten sich die Zentralkræfte verkehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Kræftenpunkte, so stehen die Geschwindigkeiten im verkehrten Verhæltnisse der Quadratwurzel dieser Entfernungen, und die Umlaufszeiten im geraden Verhæltnisse der Kubikwurzel derselben, und folglich die Quadrate der Umlaufszeiten im geraden Verhæltnisse

der Würfel der Halbmesser. Denn da

$$V = \frac{c^2}{2r} = \frac{c^2}{r} \text{ und auch } = \frac{1}{r^2}, \text{ so ist}$$

$$\frac{1}{r^2} = \frac{c^2}{r}, \text{ und } c^2 = \frac{r}{r^2} = \frac{1}{r}; \text{ folglich } c$$

$$= \frac{1}{\sqrt{r}}. \text{ Es ist ferner } c = \frac{r}{T} \text{ (§. 12 N.}^\circ$$

$$3.); \text{ mithin } \frac{1}{\sqrt{r}} = \frac{r}{T}, \text{ und } T = r \sqrt{r}$$

$$= \sqrt{r^3}, \text{ oder } T^2 = r^3.$$

§. 107.

In so ferne jede Zentralkraft das Bewegliche unaufhøerlich sollicitirt, müssen die von ihr erzeugten Bewegungen offenbar gleichförmig beschleunigt sein. Was aber die Ver nderungen der Gr sse ihrer Energie in verschiedenen Entfernungen angeht, so kann eine solche nie anders als allmälig, nie stossweise erfolgen. Diesemnach wären die Grössen ihrer Aeusserungen in sehr kleinen Zeiten gleichwohl als gleich anzusehen. Folglich ist in allen Punkten jeder krummlinigen Bahn $V = \frac{s}{T^2}$ (§. 93.). Es sei nun ein Objekt in einer sehr kleinen Zeit von

c Fig. 9 bis k dadurch bewegt worden, dass die Zentripetalkraft $b k$ den Aeusserungen der Fliehkraft $b c$ entgegen gewirkt hat: so ist $b f$ als parallel mit $c f$ anzusehen, weil der Winkel $c f k$ unendlich klein ist, und daher sind die Wirkungen der Zentralkräfte $b k$, oder $V = \frac{b k}{T^2}$. Man beschreibe nun aus f den Bogen $a k$, so ist $T = \frac{1}{2} c f \cdot a k$ (§. 104.), und $T^2 = c f^2 \cdot a k^2$; mithin $V = \frac{b k}{c f^2 \cdot a k^2}$. Zieht man $f t$ auf die verlängerte Tangente $b c$ senkrecht, so ist das Dreieck $f c b$, das $c b$ zur Grundlinie, und $f t$ zur Höhe hat, von dem Dreiecke oder von dem Ausschnitte $f c k$ unendlich wenig unterschieden; mithin ist $T = \frac{1}{2} f t \cdot c b = f t \cdot c b$, und $T^2 = f t^2 \cdot c b^2$. Folglich ist $V = \frac{b k}{f t^2 \cdot c b^2}$.

§. 108.

Wenn in einer krummlinigen Bewegung der Kräftepunkt ausserhalb des Mittelpunktes der Bahn ist, so verhalten sich

die Zentralkräfte in jedem Theile der Bahn verkehrt wie das Produkt aus dem Quadrate der Normallinie in die Sehne des Krümmungskreises, die durch den Anfang dieses Bogens und den Kräftenpunkt geht, oder wie der Quotient aus dem Vektor durch das Produkt des Krümmungshalbmessers in den Würfel der Normallinie. Es sei f Fig. 10 der Kräftenpunkt; $a c$ der Krümmungshalbmesser des Punktes c , und $c k d e g$ sein Krümmungskreis, und $c k$ diesem und der Bahn gemeinschaftlich: so ist die Tangente $c b$ die mittlere Proportionallinie zwischen der Sekante $b g$ und ihrem ausserhalb des Kreises liegenden Theil $b k$, oder $c b^2 = b k \cdot b g$, und $b k = \frac{c b^2}{b g}$. Weil aber $b g$ und $c e$ einander sehr nahe sind, so ist auch $b k = \frac{c b^2}{c e}$. Nun ist $V = \frac{b k}{f t^2 \cdot c b^2}$ (§. 107.); also ist auch $V = \frac{c b^2}{f t^2 \cdot c b^2 \cdot c e} = \frac{1}{f t^2 \cdot c e}$; d. i. die Zentralkräfte ver-

halten sich verkehrt wie das Produkt aus dem Quadrate der Normallinie in die Sehne des Krümmungskreises u. s. w. Es ist ferner $f t$ mit $c d$ parallel, und beide Linien sind von $c f$ durchschnitten, und daher die Wechselwinkel $c f t$, $f c d$, oder $e c d$ einander gleich. Es ist aber auch der Winkel $f t c = c e d$. Mithin sind die Dreiecke $f t c$, $d e c$ æhnlich, also $c f : f t = c d : c e = 2 a c : c e$, und $c e = \frac{2 a c \cdot f t}{c f}$. Es ist aber $V = \frac{1}{f t^2 \cdot c e}$; das ist, nach substituirtem Werthe von $c e$,

$$V = \frac{c f}{f t^2 \cdot f t \cdot 2 a c} = \frac{c f}{f t^3 \cdot a c}.$$

§. 109.

Wenn in einer Bewegung die Bahn ein Kegelschnitt ist, so verhalten sich die Zentralkräfte verkehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Kräftenpunkte. Es sei c Fig. 11 ein beliebiger Theil des Kegelschnittes $c p d m r$, f der Kräftenpunkt, $c f$ der Vektor, $p m$ der Parameter, $n s$ aus dem einen Endpunkte der Normallinie $c s$

nach dem Vektor, und ac der Krümmungshalbmesser, so wie ft auf der Tangente senkrecht: so ist $ac = \frac{4cs^3}{pm^2}$, und $\frac{pm}{2} = cn$. In den ähnlchen Dreiecken $cf t$ und cns ist $cf:ft = cs:cn$, oder $cf:cs = ft:cn = ft:\frac{pm}{2}$; also ist $ft = \frac{cf \cdot pm}{2cs}$, und $ft^3 = \frac{cf^3 \cdot pm^3}{8cs^3}$. Nun ist

$$V = \frac{cf}{ft^3 \cdot ac} \quad (\S. 108.), \text{ das ist, wenn man den Werth von } ft^3 \text{ substituirt,}$$

$$V = \frac{cf \cdot 8cs^3}{cf^3 \cdot pm^3 \cdot ac} = \frac{cs^3}{cf^2 \cdot pm^3 \cdot ac} = \frac{cs^3 \cdot pm^2}{cf^2 \cdot pm^3 \cdot 4cs^3}$$

$$= \frac{pm^2}{4cf^2 \cdot pm^3} = \frac{1}{cf^2 \cdot pm}.$$

Da aber pm unveränderlich ist, so ist $V = \frac{1}{cf^2}$.

Hieraus folgt auch, dass die Bahn jederzeit ein Kegelschnitt ist, wenn sich die Wirkungen der Bewegungskräfte verkehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Kräftenpunkte verhalten.

§. 110.

Wenn die Bahn eine Ellipse ist, so bewegt sich das Objekt von einer Apside

zur andern in der Hælfte der Umlaufszeit. Allein die Bewegung hat nothwendig ihre grösste Geschwindigkeit in der dem Kræftenpunkte nähern, die kleinste hingegen in der entgegen gesetzten Apside (§. 105.). Ihre Dauer von einem Punkte der Ellipse bis zum entgegen gesetzten ist folglich länger oder kürzer als die Hælfte der Umlaufszeit, je nachdem der Weg durch die entferntere, oder nähere Apside geht. Soll nun in derselben Umlaufszeit eine gleichförmig krummlinige, d. i., eine kreislinige Bewegung (§. 104 und 105.) erfolgen, so muss der Flächeneinhalt dieses Kreises dem Flächeneinhalt der Ellipse gleich sein, und dieses ist der Fall, wenn der Halbmesser desselben die mittlere Proportionallinie zwischen der grossen und kleinen Axe der Ellipse ist, und folglich ist alsdenn auch die Geschwindigkeit die mittlere zwischen jener grössten und kleinsten. Eine solche erdichtete gleichförmige Bewegung heisst eine *mitt-*

lere, und der erdichtete Vektor der Bahn die *mittlere Entfernung* vom Kræftenpunkte (*distantia media*).

§. 111.

Nennt man die mittlern Entfernungen R, r , so ist $T: t = P c: p C = R c: r C$ (§. 104.); d. i., die Umlaufszeiten verhalten sich wie die Produkte der Kreislinien, oder der mittlern Entfernungen in die verkehrten Geschwindigkeiten. Es ist ferner $C: c = P t: p T$ (§. 12 N.^o 3.) $= R t: r T$. Nämlich die Geschwindigkeiten verhalten sich wie die Produkte aus den mittlern Entfernungen in die verkehrten Umlaufszeiten.

§. 112.

Da bei den Zentralbewegungen das Bewegliche in allen Punkten der Bahn durch stetige Kraftæusserungen, das ist, durch beständig erneuerte Sollicitationen bewegender Kräfte getrieben wird, so dass sein Eindringen in alle Theile seiner Bahn, so wie diese unaufhøerlich abgeæn-

derthen Richtungen zusammen gesetzt ist, nur durch sein mannigfaches und unaufh erliches Wirken und Gegenwirken m oglich ist: so lässt sich dem idealen relativen Raume nirgends ein Antheil an einer solchen Bewegung zueignen. Denn es ist kein Wirken, kein Eindringen in einen Raum verm oge materieller Kraft usserungen von demselben denkbar. Man kann folglich ohne leere Täuschungen keine Zentralbewegung einer Materie für eine Bewegung des relativen Raumes in entgegen gesetzter Richtung halten.

§. 113.

Da jede Bewegungs usserung, als Wirkung betrachtet, mit einer andern in entgegen gesetzter Richtung unausbleiblich nothwendig zusammenhängt, d. i., mit einer Gegenwirkung verbunden ist: so ist selbst jede Materie als ein bewegungsf higes Objekt, als ein Gegenstand  usserer Wahrnehmung nur dadurch möglich, dass sie beständig nach allen

gedenkbarⁿ Richtungen Bewegungen
 æussert. Aber Wirkungen, dynamische
 Gemeinschaften der Materie setzen ur-
 sprüngliche Bewegungskräfte voraus, und
 wenn sie in ihren gegenseitigen Bewe-
 gungsæusserungen beharret, und nur in
 deren Art und Weise wechselt, so ist sol-
 ches ohne Vertheilung der ursprüngli-
 chen Kräfte (§. 48 und 87.) nicht vorstell-
 bar. In so ferne also jede Materie, oder
 jedes Quantum Materie der Sinnenwelt
 ein Gegenstand der Wahrnehmung ist, ist
 sie nicht anders als durch ein bestæn-
 diges Ineinanderwirken der ursprünglich
 vertheilten Kraftæusserungen möglich.

DER ALLGEMEINEN
NATURWISSENSCHAFT
SECHSTES HAUPTSTÜCK.

Die Lehre der dynamischen Gemeinschaft und der verschiedenen Verhältnisse der Naturdinge gegen einander.

§. 114.

Körper nennt man jede Materie, in so ferne sie zwischen gewisse räumliche Grænzen eingeschlossen ist. Ist ein merklicher Widerstand wahrzunehmen, wenn die gegenseitige Lage seiner Theile unter einander verändert oder verschoben wird, so nennt man den Körper *starr*; ist der Widerstand aber völlig unmerklich, *flüssig*. Jeder Körper wird *Naturding* genannt in

Beziehung auf die eingegangenen Bindungen seiner ursprünglichen Kräfte, in so ferne von denselben alle seine individuellen Bestimmungen, seine Aeusserungen gegen andere Körper abhængig sind.

§. 115.

Das wechselsweise und unmittelbare Ineinanderwirken aller Körper, das von ihrer dynamischen Subsistenz unzertrennlich ist (§. 113.), æussert sich auf eine zwiefache Art: durch Anziehungen und Durchdringungen der einander bis zur Berührung genæherten Flæchen einzelner Individuen, oder ihrer Theile, und durch Anziehungen in allen und jeden Entfernungen. Diese Wirkungen sind Aeusserungen der Gravitation (§. 68.); jene hingegen individuelle Anziehungsæusserungen, die von dem Zustande, von der Verænderlichkeit und von den wirklichen Verænderungen der Bindungsakte abhængig sind, und die man zum Unterschiede von den Anziehungsæusserungen der Gra-

vation Aggregationsanziehungen, oder
Wahlanziehungen nennt.

ERSTER ABSCHNITT.

*Von den gegenseitigen Wirkungen der
 Körper vermöge ihrer Gravitations-
 äusserungen.*

§. 116.

Da alle Körper aus ihren Mittelpunk-
 ten gegen einander gravitiren (§. 69.),
 so müssen die Gravitationsäusserungen
 in dem Inbegriff, oder in dem System
 aller Körper Zentralbewegungen hervor-
 bringen, und nach deren Gesetzen mit
 Rücksicht auf die Quantität der Massen
 erwogen werden. Man setze für die Mas-
 sen M, m , für die Wirkungen der Gra-
 vitation V, v , für die Umlaufszeiten T, t ,
 für die Entfernungen vom Kräftepunkte
 R, r , so ist:

1. $V, v = M : m$; d. h., die Zentral-
 kräfte, oder die Aeusserungen der Gra-
 vitation verhalten sich bei gleichen Ent-
 fernungen und gleichen Umlaufszeiten

wie die Massen. Daher die Aeusserung der Schwere (§. 68.) allen Körpern im Verhältnisse ihrer Massen eigen sein muss. Daher die Erdkörper, nach Massgebung ihrer Massen, auf ihre Unterlagen gegen den Mittelpunkt der Erde einen Druck äussern, und nach hinweggenommener Unterlage sich wirklich gegen denselben bewegen. Aber durch die Fliehkraft, die sich mit der Umdrehung der Planeten um ihre Axe äussert, und die am meisten in den Gegenden des Aequators der Schwere entgegen gesetzt ist, muss diese auch auf der Erde in der Nähe des Aequators die grösste Verminderung erleiden. Daher kann die Masse eines flüssigen Körpers nur mittelst starrer Körper zusammen gehalten werden; und hat in verbundenen Röhren einerlei Höhe, von was für einer Gestalt auch eine oder die andere derselben sein mag, wenn sie nur nicht allzu enge ist. Daher steht die Entfernung, in welcher verschiedene Körper

durch eine gleiche Zentrifugalkraft vom Kræftenpunkte getrieben werden, mit der Dichtigkeit der K rper im Verh eltnisse. So wird in einer geneigten R ehre, die schnell in einem Kreise bewegt wird, das Quecksilber oberhalb des Wassers getrieben.

$$2. \quad V: v = \frac{M R}{T^2} : \frac{m r}{t^2} \quad (\S. 106 \text{ N.}^\circ \text{ IV.});$$

und bei gleichen Massen $V: v = \frac{R}{T^2} : \frac{r}{t^2}$.

Es sei R die mittlere Entfernung eines Planeten von der Sonne, T seine Umlaufszeit: so ist V , die Schwere eines K rpers gegen eben diesen Planeten, $= \frac{R}{T^2}$;

d. i., der Quotient aus der mittlern Entfernung des Planeten, von dem Mittelpunkt der Sonne durch das Quadrat der Umlaufszeit des Planeten; und wenn ferner r der Halbmesser eines Planeten ist, und t die Umdrehungszeit um seine Axe: so ist seine Fliehkraft $v = \frac{r}{t^2}$. Es verh elt

sich demnach auch bei gleichen Massen $R: r = V T^2 : v t^2$; und $V R: v r = T: t$

bei gleichen Massen und gleichen Zentralkräften; und endlich $V: v = \frac{1}{T^2} : \frac{1}{t^2}$ bei gleichen Massen und gleichen Entfernungen.

3. $V: v = M r : m R$ bei ungleichen Umlaufszeiten (§. 106 N.^o III.); und folglich sind die Wirkungen der Gravitation bei ungleichen Umlaufszeiten gleich, wenn sich die Massen wie ihre Entfernungen vom Kräftepunkte verhalten.

4. $T^2 : t^2 = R^3 : r^3$ (§. 106 N.^o VI.), weil die Gravitation überhaupt im verkehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen ist (§. 69.); d. h., die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten verhalten sich wie die Würfel ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne. Hieraus ergibt sich, dass die Kräfte, die die Planeten in ihren Bahnen erhalten, Zentralkräfte sind, deren Wirkungen sich wie die Quadrate der mittlern Entfernungen von der Sonne verhalten (§. 106 N.^o V.). Ein gleiches Gesetz muss aber auch

von der Schwere überhaupt gelten, so dass auch aus diesem Grunde die Aeussierungen derselben in den abgeplatteten Polargegenden, so wie auch in tiefen Thälern grösser als auf Anhöhen, oder in der Nähe des Aequators, sein müssen; und ein gleiches Gesetz von den Gravitationsæussierungen der Hauptplaneten auf ihre Trabanten. Daher auch die Bahnen der um die Sonne bewegten Planeten Ellipsen sind (§. 109.). Es sei nun r der Halbmesser der Sonne, V die Gravitation eines Trabanten gegen seinen Planeten, v die Gravitation eines Körpers, der von gleicher Masse mit dem Trabanten ist, an dem æussern Umfange der Sonne, R die mittlere Entfernung des Trabanten: so ist, weil $V : v = r^2 : R^2$, $v = \frac{VR^2}{r^2}$; und nach substituirtem Werthe von $V = \frac{R}{T^2}$ (N.º 2.), erhælt man $v = \frac{R^3}{T^2 r^2}$. Diesemnach verhælt sich die Schwere zur Fliehkraft überhaupt $= \frac{R^3}{T^2 r^2} : \frac{r}{t^2}$ (N.º 2.)

$= R^3 t^2 = r^3 T^2$; d. i., wie das Produkt aus der Kubikgrösse der mittlern Entfernung des Trabanten in das Quadrat der Umdrehungszeit des Planeten um seine Axe zum Produkte aus der Kubikgrösse des Halbmessers des Planeten in das Quadrat der Umlaufszeit seines Trabanten.

§. 117.

Um die Bewegung eines jeden Hebels in der Richtung der an den HebelEnden wirkenden Kräfte zu verhindern, muss nothwendig eine mit diesen gleiche Summe von Bewegungsäusserungen in der Unterlage widerstehen. Es kann aber auch offenbar der Hebel dadurch nicht aus seinem Gleichgewichte gebracht werden, dass man die Kräfte von den HebelEnden entfernt, und sie unmittelbar oberhalb des Ruhepunktes vereinigt. Da nun $a : b = b c : a c$ (§. 98), und also $a \div b : b = a b : b c$, und $a \div b : a = a b : a c$: so ist $b c = \frac{a b \cdot b}{a \div b}$, und $a c = \frac{a b \cdot a}{a \div b}$; und folglich ist

jederzeit die Stelle der Unterlage durch die Länge des Hebels und durch das Verhältniss der an demselben angebrachten Kräfte unabänderlich bestimmt, so dass auch ein Ruhepunkt anzugeben ist, wenn bei einer Vereinigung der Kräfte a , b in c zugleich andere Bewegungskräfte an beliebigen Punkten des Hebels wirken. Hieraus ist also gar leicht begreiflich, dass ein jeder schwerer Körper als eine Zusammensetzung schwerer Punkte an geradlinigen Hebeln angesehen werden kann, die einen gemeinschaftlichen Ruhepunkt haben, und eben diesen belegt man mit dem Namen des *Schwerpunktes* oder des *Mittelpunktes der Schwere* (*centrum gravitatis*). Jeder Körper wird daher in der Richtung der Bewegung seines Schwerpunktes getrieben, die *Direktionslinie*, *senkrechte*, *lothrechte*, oder *vertikale Linie* genannt wird; und die Bewegung in dieser Linie nennt man den *Fall* des Körpers.

Der Fall eines jeden Kørpers kann nothwendig nur durch die Unterstützung des Schwerpunktes in seiner Direktionslinie verhindert werden. Hingegen muss der Kørper bei einer Unterstützung ausserhalb dieser Linie nach der Seite, wo sein Uebergewicht ist, sinken, bis sein Schwerpunkt unter den Ruhepunkt gelangt ist. Daher bezeichnet ein Faden, an welchem ein Kørper frei herabhængt, dessen Direktionslinie; und wo zwei solche Richtungslinien aus dem verlængerten Faden einander durchschneiden, nachdem man den Kørper von zweien nicht gerade entgegen gesetzten Seiten aufgehængt hat, da ist der Schwerpunkt des Kørpers. Man findet aus demselben Grunde die Ebene der Schwere, oder den Schwerpunkt, wenn man den Kørper von verschiedenen Seiten auf der Kante eines Prisma schieben læsst, bis dieses seine unterstützende Unterlage geworden ist. Dass aber die Di-

rektionslinien mit den einander durchschneidenden Erdhalbmessern zusammenstossen, hindert nicht, sie in geringen Entfernungen als parallel anzusehen, und man nennt die Linie, oder Ebene, worauf sie als senkrecht angesehen werden können, *Horizontallinie*, *Horizontalebene* (*linea horizontalis*, *planum horizontale*); eine Ebene aber, die auf dieser geneigt ist, eine *schiefe Ebene*, oder *schiefe Fläche* (*planum inclinatum*).

§. 119.

Es ist offenbar, dass die Bewegung der Körper, bei welcher die ihnen beiwohnende Schwere unverändert wirkt, nothwendig gleichförmig beschleunigt ist (§. 107 und 116 N.º 1.), und daher die Räume, die sie bei ihrem freien Fall sowohl als bei ihrem Fall in schiefer Richtung, oder von einer schiefen Ebene durchlaufen, sich jederzeit wie die Quadrate der Zeiten verhalten müssen, und die Endgeschwindigkeit, die man die *zur Fall-*

høe gehørige *Geschwindigkeit* nennt, wie die Quadratwurzel der Røume, u. s. w. Hieraus ergibt sich die Art und Weise, Røume, Zeiten, oder Geschwindigkeiten beim Falle der Kørper zu bestimmen:

1. Es sei die Fallhøe eines Kørpers in der ersten Sekunde G , so hat man für die Fallhøe s in t Sekunden: $1 : t^2 = G : s$, also $s = G t^2$, und $t = \sqrt{\frac{s}{G}}$. Man weiss nun durch Versuche, dass die Fallhøe in der ersten Sekunde 15,625 rheinlændische Fuss betrægt. Folglich ist die Fallhøe in 4 Sekunden $4^2 \cdot 15,625 = 250$ Fuss; die Zeit einer Fallhøe von 62,5 Fuss $\sqrt{\frac{62,5}{15,625}} = \sqrt{4} = 2$ Sekunden; und da die Fallhøe für eine gewisse Zeit das Produkt aus der ihr entsprechenden ungeraden Zahl in die Fallhøe der ersten Sekunde ist, so ist z. B. die Fallhøe in der dritten Sekunde $5 \cdot 15,625 = 78,125$.

2. Für eine gleichføermige Bewegung würde der Raum sein $2 s = 2 G t^2$. Es

sei die Grösse einer jeden Beschleunigung κ , so ist nach t Zeit, $c = \kappa t$, und also würde ein Körper mit dieser Geschwindigkeit in einer gleichförmigen Bewegung einen Raum $\kappa t \cdot t = \kappa t^2$ durchlaufen. Mithin $\kappa t^2 = 2 g t^2$, und $\kappa = 2 g$. In t Sekunden ist folglich $c = 2 g t$, und also $t = \frac{c}{2 g}$. Es ist aber auch $t = \sqrt{\frac{s}{g}}$ (N.º 1.). Folglich $\frac{c}{2 g} = \sqrt{\frac{s}{g}}$, und $c = \frac{2 g \sqrt{s}}{\sqrt{g}} = \frac{2 \sqrt{g g s}}{\sqrt{g}} = 2 \sqrt{g s}$. Es sei demnach ein Körper durch einen Raum von 1000 Fuss gefallen, so ist seine erlangte Geschwindigkeit $2 \sqrt{15,625 \cdot 1000} = 2 \sqrt{15625} = 2 \cdot 125 = 250$.

3. Substituirt man den Werth $t = \frac{c}{2 g}$ (N.º 2.) in $s = g t^2$ (N.º 1.), so ist $s = \frac{g c^2}{4 g^2} = \frac{c^2}{4 g}$. Man sucht die Fallhöhe s , wodurch ein Körper die Geschwindigkeit erlangen soll, 250 Fuss in einer Sekunde zu durchlaufen: so hat man $s = \frac{250^2}{4 \cdot 15,625} = \frac{62500}{62,5} = 1000$ Fuss.

§. 120.

Jedes Bewegungsvermögen, das einem Körper ertheilt wird, einen Raum nach irgend einer Richtung zu durchlaufen, heisst ein *Wurf* (jactus, projectio), und die Bewegung selbst *Wurfbewegung* (motus projectorum s. projectilium).

§. 121.

Da die Schwere jedesmal in der Direktionslinie zu unaufhœrlichen Beschleunigungen sollicitirt, so müssen Wurfbewegungen in einer dieser gerade entgegengesetzten Richtung gleichfœrmig verzœgert werden (§. 94.); so wie sie in der Direktionslinie selbst gleichfœrmig beschleunigt sein müssen. Es ist daher in die Augen fallend, dass die Geschwindigkeit, durch welche ein Körper bis zu einer gewissen Hœhe geworfen werden soll, mit jener einerlei sein muss, die er nach einem Falle von derselben Hœhe haben würde; und wenn er also mit eben

der Geschwindigkeit, die er durch einen Fall erlangt hat, in die Höhe getrieben wird, so steigt er nicht höher als bis zu jenem Punkte, aus welchem er vorher gefallen ist. Geschieht der Wurf in einer die Direktionslinie durchschneidenden Richtung, so würde man die Bahn der Bewegung durch einen Kegelschnitt bezeichnen müssen; der Erde Mittelpunkt würde als der Kräftepunkt, und die Entfernung desselben als der Vektor anzusehen sein: wäre nicht in allen Punkten dieser Bahn Widerstand vorhanden, der dem bewegten Körper sehr bald alle ihm mitgetheilte Geschwindigkeit entzieht. Man denkt sich daher den Kräftepunkt in einer unendlichen Entfernung, und verbindet die gleichförmige, mehr oder weniger horizontale Bewegung, die der Wurf dem Körper mittheilt, mit der gleichförmig beschleunigten, oder verzögerten Bewegung, die die Schwere in der Direktionslinie wirkt; woher sich als-

dann ergibt, dass die Bahn eine nicht sehr ausgebreitete parabolische Linie ist.

§. 122.

Es mag die Bewegung eines Kørpers senkrecht oder horizontal sein: so sind es unstreitig dieselben Bewegungskräfte, wodurch er gleiche Ræume wæhrend einer gegebenen Zeit durchlæuft. Bei einer horizontalen kreislinigen Bewegung wirken also die Fliehkræfte nur alsdann mit der Schwere gleich, wenn die Geschwindigkeit der Bewegungen, durch welche der Kørper gegen die Tangenten hin unaufhørlich gelenkt wird, mit der Geschwindigkeit einerlei ist, die eine Fallhøe von der Grøesse des halben Halbmessers in ihm hervorbringen würde. Es sei *b e* Fig. 12 ein sehr kleiner Bogen eines solchen Kreises, und die nach *b* gezogene Tangente *b d* dem Halbmesser *c b* gleich. Wenn nun die zur Fallhøe $\frac{c b}{2} = g b$ gehørige Geschwindigkeit mit

der Geschwindigkeit der Bewegungen einerlei ist, die von der Fliehkraft gewirkt werden: so bewegt sich ein Körper gleichförmig mit derselben durch den Raum bd , während er senkrecht durch gb gehen würde. Es sei ferner $bf^2 : bd^2 = gh : gb$, so ist auch $bf : bd = 2\sqrt{gh} : 2\sqrt{gb}$; d. h., wenn der Körper mit der zur Fallhöhe gb gehörigen Geschwindigkeit den Raum bd gleichförmig durchläuft, so durchläuft er den Raum bf mit der zur Fallhöhe gh gehörigen Geschwindigkeit (§. 119 N.º 2.). Aeussert nun die Fliehkraft gleiche Wirkungen mit der Schwere des Körpers, so muss ef , nämlich ihre Bewegungsäusserungen während der Bewegung des Körpers durch den Bogen be , der Linie gh gleich sein. Die Gleichheit dieser Linien ergibt sich aus dem Folgenden: Es ist $bf^2 = af \cdot ef$, also auch $bf^2 \cdot \frac{af}{4} = \frac{af^2}{4} \cdot ef$. Mithin $bf^2 : \frac{af^2}{4} = ef : \frac{af}{4}$. Nun ist $\frac{af^2}{4} = \frac{ae^2}{4} =$

$c b^2 = b d^2$, und $\frac{a f}{4} = \frac{a b}{4} = g b$. Also
 $b f^2 : b d^2 = e f : g b$. Es ist aber auch
 $b f^2 : b d^2 = g h : g b$. Folglich $e f : g b$
 $= g h : g b$, und $e f = g h$. Da bei
 einem solchen Gegeneinanderwirken der
 Fliehkraft und der Schwere offenbar die
 Aeusserungen dieser unbemerktbar wer-
 den müssen, so begreift man, wie bei
 einer schnellen kreislinigen Bewegung
 eines offenen Gefässes mit einer tropf-
 baren Flüssigkeit kein Ausfliessen der-
 selben möglich ist. Man denke sich nun
 den Fall eines Körpers durch die Hälfte
 des Erdhalbmessers; da würde seine End-
 geschwindigkeit sein $2 \sqrt{15,625.10151171}$
 (§. 119 N.º 2.) $= 2 \sqrt{158612046,875} =$
 $2.12594,127 = 25188,254$ Fuss. Es ist
 aber auf dem Aequator die Geschwindig-
 keit, die die Erde bei ihrer Umdrehung
 erzeugt, eine Bewegung von 1476,427 Fuss
 in einer Sekunde. Mithin muss die Flieh-
 kraft auf dem Aequator eine siebenzehn-

mal grössere Geschwindigkeit wirken, als die Geschwindigkeit ist, die die Erde bei ihrer Umdrehung hervorbringt, wenn sie mit der Schwere von gleicher Grösse sein soll.

§. 123.

Absolutes Gewicht (pondus, s. pondus absolutum) ist das Wirkungsvermögen, oder der Druck eines Körpers vermöge seiner Schwere. Eben dieses Wirkungsvermögen, in Beziehung auf den Umfang oder den Rauminhalt des Körpers, nennt man sein *eigenthümliches Gewicht*, oder seine *eigenthümliche Schwere* (pondus specificum, s. gravitas specifica). Heissen die absoluten Gewichte P, p , die eigenthümlichen G, g , die Umfänge V, v : so ist

1. $G : g = P : p$; d. h., Körper von gleichen Umfängen verhalten sich in ihrer eigenthümlichen Schwere, wie ihre absoluten Gewichte.

2. $G : g = v : V$; d. h., Körper von gleichem absoluten Gewichte verhalten

sich in ihrer eigenthümlichen Schwere verkehrt, wie ihre Umfänge.

3. $G : g = P \nu : p V = \frac{V}{P} : \frac{p}{\nu}$; d. h., die eigenthümliche Schwere der Körper verhält sich überhaupt wie die Produkte ihrer absoluten Gewichte in die verkehrten Umfänge, oder wie die Quotienten ihrer absoluten Gewichte durch die Umfänge. Bei der Bestimmung der eigenthümlichen Gewichte einzelner Körper hat man daher auch auf alles das Rücksicht zu nehmen, wodurch ihre absoluten Gewichte, oder ihre Umfänge verändert sein könnten. Dahin gehören die Wirkungen der Aggregationsanziehungen, und eben so auch Feuchtigkeit und Wärme.

§. 124.

Die Wirkungen der Schwere eines Körpers, wodurch er sich an einer schiefen Ebene herabbewegt, nennt man sein *relatives Gewicht*, oder seine *relative Schwere*. Sie verhalten sich zum abso-

luten Gewichte wie die Høehe der Ebene zu ihrer Længe; und der Druck, den der Kørper zugleich gegen die Ebene æussert, wie die Grundlinie derselben zu ihrer Længe. Es sei cb Fig. 13 die Længe, ca die Høehe, und ab die Grundlinie der Ebene; e der Schwerpunkt des Kørpers, und ef die Direktionslinie: so kann man die Wirkungen des absoluten Gewichts durch ef ausdrücken, und sie als zusammen gesetzt aus den Bewegungsæusserungen eh und eg betrachten (§. 28.). Hat man nun die Linie eh parallel mit cb , und die Linie eg senkrecht auf cb gezogen: so ist jene dem relativen Gewichte des Kørpers, und diese seinem Drucke gegen die Flæche gleich; und efg und acb sind æhnliche Dreiecke, weil die Winkel egf und cab , und die Winkel efg und bca einander gleich sind. Also ist gf , oder $eh:ef = ac:cb$, und $eg:ef = ab:cb$. Daher die Vortheile bei der Anwendung geneigter

Flächen zur Hebung beträchtlicher Lasten; daher die Vorthelle, die in ähnlicher Absicht die Schraube gewährt; daher die Leichtigkeit, mit welcher der Keil und jede schneidende oder stechende Instrumente den ihnen entgegen gesetzten Widerstand überwinden.

§. 125.

In gleichen Zeiten verhält sich der von einem Körper auf einer schiefen Ebene zurückgelegte Raum zu dem Raume des freien Falles desselben, wie die Höhe der Ebene zu ihrer Länge. Denn offenbar treibt eine Bewegungskraft eh einen Körper durch den Raum eh , während eine andere ef denselben Körper durch den Raum ef bewegen würde. Aber $eh : ef = ac : bc$. Daher sind die Grenzen der Wege, die an den beiden Ebenen ce und cb Fig. 14 ein auf ihre obersten Punkte gelegter Körper in der Zeit seines freien Falles durch ca durchläuft, die Durchschnittspunkte der aus a

auf ce und cb senkrechten Linien. Denn caf und cae sind æhnliche Dreiecke, und eben so auch cad und cab ; und folglich $cf:ca=ca:ce$, und $cd:ca=ca:cb$. Wenn man also mit der Hælfte der Linie ca einen Kreis beschreibt, so würde sich ein schwerer Punkt, in der Zeit seines freien Falles durch den Durchmesser ca , durch irgend eine Sehne cf , oder cd herabbewegen können. Also bewegen sich schwere Punkte durch alle Sehnen eines Kreises in gleichen Zeiten, und die Geschwindigkeit ihrer Bewegungen sind im Verhæltnisse der Sehnen.

§. 126.

Es sei T die Zeit der Bewegung eines schweren Punktes durch ce , und t die Zeit seiner Bewegung durch cf : so ist $T^2:t^2=ce:cf$. Da nun $cf:ca=ca:ce$, und also $cf=\frac{ca^2}{ce}$: so ist auch $T^2:t^2=ce:\frac{ca^2}{ce}$, und mithin $T:t=ce:ca$. Also ist bei unveränderter

Höhe die Dauer der Bewegung eines Körpers auf einer schiefen Fläche mit ihrer Länge im geraden, und mit ihrem Neigungswinkel e im verkehrten Verhältnisse.

§. 127.

Es sei V die Bewegungskraft des absoluten Gewichtes eines Körpers bei seinem freien Falle durch ca , v die Bewegungskraft der relativen Schwere desselben bei seinem Herabfallen durch cf , C die Geschwindigkeit in ca , und c die Geschwindigkeit in cf : so ist $V : v = ca : cf$, weil die Zeiten gleich sind (§. 93 und 125.), und $V : v = \frac{C^2}{ca} : \frac{c^2}{cf}$. Mithin $C : c = ca : cf$. Es sei ferner k die Geschwindigkeit der Bewegung des Körpers durch ce : so ist $c : k = t : T = ca : ce$ (§. 126.). Mithin $Cc : ck = ca^2 : cf \cdot ce$, oder $C : k = ca^2 : cf \cdot ce$. Da nun $ca^2 = cf \cdot ce$, so ist $C = k$; d. h., ein Körper, der an einer geneigten Fläche um eine gewisse Höhe hinabsinkt, erlangt dadurch

immer dieselbe Geschwindigkeit, die ein freier Fall von derselben Höhe in ihm erzeugen würde; sie verhält sich also immer wie die Quadratwurzel der senkrechten Höhe. In eben diesem Verhältnisse ist auch nothwendig die Geschwindigkeit eines Körpers, der von mehreren an einander gefügten schiefen Flächen herabfällt, nur muss die Art ihrer Zusammensetzung dem Falle des Körpers von einer Ebene zur andern keinen Widerstand entgegen setzen, wodurch seine Geschwindigkeit geschwächt werden würde.

§. 128.

Wenn ein Körper mit der Geschwindigkeit, die er nach seinem Herabrollen von einer abschüssigen Ebene an ihrem untersten Punkte hat, an eben derselben in die Höhe getrieben wird: so erreicht er nothwendig den Scheitel der Ebene; aber auch die Zeit seines Aufsteigens ist nothwendig der Zeit seines vorherigen

Herabsinkens vœllig gleich. Es ist aber auch gar leicht einzusehen, dass die Gesetze der Bewegung an geneigten Ebenen auch ihre Anwendung auf Bewegungen in krummen Linien haben, indem diese als ein System unendlich kleiner geneigter Ebenen betrachtet werden können.

§. 129.

Ein *einfaches Pendel* nennt man jeden schweren Punkt c Fig. 15, der an einer festen Linie ac so angebracht ist, dass er sich zugleich mit derselben um einen unbeweglichen Punkt a ungehindert drehen kann. Der Punkt a wird *Aufhængungspunkt* (punctum s. centrum suspensionis) genannt, und ac , oder seine Entfernung von dem schweren Punkte, die *Pendellænge*.

§. 130.

Es sei das Pendel aus seiner vertikalen Lage in d gebracht, ad bis g verlængert, und dh auf ag senkrecht: so kann die Bewegungsæusserung der Schwere nach

der Direktionslinie df als eine mittlere Bewegung, oder als die Diagonale des Parallelogramms dgh angesehen werden; und folglich kann sich der schwere Punkt nur vermöge seiner relativen Schwere dh von seiner Stelle herabbewegen, und so wird er durch ein System unendlich kleiner geneigter Ebenen bis c fallen. Wenn aber auch gleich die Zunahme seiner Geschwindigkeit nicht völlig gleichförmig sein kann, weil die Höhen der Ebenen gegen c immer mehr und mehr abnehmen: so hat er gleichwohl in diesem tiefsten Punkte die Geschwindigkeit, die eine senkrechte Fallhöhe kc in ihm erzeugt haben würde. Da nun die steife Linie die Richtung seiner Schwere verändert hat: so steigt er mit einer beinahe völlig gleichförmig verzögerten Bewegung durch den Bogen $ce = cd$, und von e geht er eben so wiederum zurück nach d , und so unaufhörlich, bis er auf irgend eine Weise seine Geschwin-

digkeit verlohren hat. Eine Bewegung dieser Art nennt man *Schwingung* (oscillatio, vibratio); jeden Hingang, oder Rückgang in *d e* einen *Pendelschlag*, oder einen *einfachen Schwung* (oscillatio dimidiata, vibratio simplex); die Zeit, worin derselbe erfolgt, *Schwingungszeit*; einen Hingang sammt einem Rückgange, einen *zusammen gesetzten Schwung* (oscillatio composita). Schwingungen, die in gleichen Zeiten vollendet werden, werden *isochronische* genannt; und endlich der Winkel, den das Pendel bei jedem Schlage mit der Vertikallinie *a c* bildet, *Elongationswinkel*.

§. 131.

Die Schwingungszeit hängt ab

1. von der Pendellänge. Sie verhælt sich næmlich bei gleichen Elongationswinkeln, wie die Quadratwurzel der Pendellänge. Denn man hat hier für die Bahnen der Bewegung Kreisbogen; und diese sind æhnlich, weil die Elongations-

winkel gleich sind. Es verhalten sich aber die Schwingungszeiten wie die Quadratwurzeln der Bogen, folglich auch wie die Quadratwurzeln ihrer Halbmesser, oder wie die Quadratwurzeln der Pendellängen. Man setze für die Schwingungszeiten T, t , für die Pendellängen L, l , für die Schwingungsanzahlen N, n : so ist $T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}$. Allein $T : t = n : N$. Folglich $n : N = \sqrt{L} : \sqrt{l}$, d. h., die Schwingungsanzahlen verhalten sich in gleichen Zeiten verkehrt wie die Quadratwurzeln der Pendellängen.

2. von der Grösse der Elongationswinkel: denn wie diese, so verhalten sich die Schwingungsbogen. Es sei t die Zeit des Falles eines schweren Punktes durch einen sehr kleinen Bogen, der z. B. nicht über sechs bis sieben Grade hat; T die Zeit, worin derselbe Punkt durch den Durchmesser d herabgeht; und π das Verhältniss des Kreises zum Durchmes-

L

ser: so ist $T:t = \sqrt{\frac{d}{g}} : \frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{d}{g}} = 1 : \frac{\pi}{4}$
 $= 113 : \frac{355}{4} = 1,000 : 0,785$. Wenn demnach das einfache Pendel in sehr kleinen Bogen schwingt, so verhält sich die Zeit seines ganzen Schwunges zur Zeit, in welcher der schwere Punkt durch die doppelte Pendellänge herabsteigen würde, $= \pi : 1$, oder wie der Kreis zum Durchmesser. Hieraus folgt, dass Schwingungen in Kreisbogen nur alsdann isochronisch sind, wenn sie unendlich klein sind. Da nun ein schwerer Punkt jede Sehne eines Kreises in gleichen Zeiten durchläuft (§. 125.), und folglich sich immer die Zeit eines ganzen Schwunges in Sehnen zu der Zeit verhält, worin die doppelte Pendellänge vom schweren Punkte durchlaufen werden kann, $= 4 : 1$: so sieht man, dass Schwingungen in Sehnen jederzeit isochronisch sind, von was für einer Grösse sie auch sein mögen; und dass ein Pendel schneller in

Kreisbogen als in Sehnen schwingt. Weiss man aber die Zeit, worin ein Pendel durch unendlich kleine Bogen schwingt: so findet man seine Schwingungszeit durch jeden andern Bogen $d c e$ auf folgende Weise: Man multiplicirt jene gegebene Zeit mit einem Bruch, dessen Zähler die Höhe $k c$, und dessen Nenner die achtfache Länge des Pendels ist: so gibt das Produkt die Grösse der Zeit, die man zur Zeit der unendlich kleinen Schwingungen hinzusetzen muss.

3. von den Kraftäusserungen der Schwere. Nämlich die Schwingungszeit verhält sich verkehrt wie die Quadratwurzel der Schwere. Denn V , die Kraftäusserung der Schwere, ist $= \frac{S}{T^2}$ (§. 93.) $= \frac{L}{T^2}$ (N.º 1.). Also bei gleichen Pendellängen und gleichen Elongationswinkeln $T = \frac{L}{V}$. Folglich sind die Schwingungszeiten bei gleichen Elongationswin-

keln gleich, wenn sich die Pendellänge wie die Schwere verhält. Man kann daher durch Hülfe des Pendels die Kraftäusserung der Schwere allerwärts auf einem jeden Theile der Erdfäche bestimmen.

§. 132.

Jeder schwingende Körper hat an dem niedrigsten Punkte seiner Bahn eine Geschwindigkeit, die sich wie die Sehne des von ihm durchlaufenen Bogens verhält. Es seien auf dem Durchmesser dc Fig. 16 fg und bh senkrecht, und fac der Elongationswinkel eines schwingenden Pendels, und bac der Elongationswinkel eines andern: so hat der schwere Punkt des ersten Pendels in c die Geschwindigkeit $\sqrt{gc}$, und der schwere Punkt des andern in c die Geschwindigkeit $\sqrt{hc}$. Nun ist $fc^2 = gc \cdot cd$, und $bc^2 = hc \cdot cd$; mithin $\sqrt{gc} = \frac{fc}{\sqrt{cd}}$, und $\sqrt{hc} = \frac{bc}{\sqrt{cd}}$. Folglich $\sqrt{gc} : \sqrt{hc} = fc : bc$.

§. 133.

Ein einfaches Pendel, dessen sehr kleine Schwingungen Sekunden dauern, nennt man ein *einfaches Sekundenpendel*. Da die Zeit eines sehr kleinen einfachen Schwunges: $1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{d}{g}}$ (§. 131 N.º 2.), so ist $1 = \frac{\pi^2 d}{4g}$, $4g = \pi^2 d$, und $g = \frac{\pi^2 d}{2 \cdot 2}$. Folglich $g : \frac{d}{2} = \frac{\pi^2}{2} : 1$; d. h., der Raum, den ein frei fallender Körper in der ersten Sekunde durchläuft, verhælt sich zur Länge des einfachen Sekundenpendels wie die halbe Quadratzahl von $\frac{355}{113} = \frac{3,1415926^2}{2} = 4,9348022 : 1 = 1 : 0,2026423$. Das Produkt dieser Zahl in die Fallhöhe der ersten Sekunde, 15,098 Pariser Fuss, oder 4,9043396660194 Mètres, gibt die Länge des Sekundenpendels für Paris: 440,57 Linien, oder 0,993827 Mètres. Es ist ferner $g = 4,9348022 \cdot \frac{d}{2} = 2174,074$ Linien, oder 15,098 Pariser Fuss, oder 15,625 rheinländische Fuss.

§. 134.

Ein Pendel, das aus einer durchaus schweren Masse besteht, z. B. aus einem Faden, oder aus einer Stange mit einer daran hængenden Kugel, ist als ein System von Pendeln anzusehen, deren Længe mit ihrer Entfernung vom Aufhængungspunkte zunimmt. Man nennt daher dieses Pendel ein *zusammen gesetztes*. Jedes der untern Pendel würde für sich, oder ausser der Verbindung mit den kürzern Pendeln, die sich über ihm befinden, langsamer schwingen. Folglich muss das einfache Pendel, das isochronisch mit einem zusammen gesetzten schwingen soll, kürzer sein. Die Længe des ersten hat in diesem einen Grænzpunkt, den man mit dem Namen des *Schwingungspunktes*, oder des *Mittelpunktes der Schwingung* (*centrum oscillationis*) belegt. In diesem Punkte hat man sich die vereinigte Kraftæusserung aller schweren Theile des zusammen gesetzten Pendels vorzustellen,

und daher ist seine Entfernung von dem Aufhængungspunkte die eigentliche Pendellænge, nach welcher die Schwingungen dieses Pendels erfolgen. Wenn aber der Schwingungspunkt eines solchen Pendels dem Mittelpunkte sehr nahe sein soll, so muss dasselbe aus einem sehr zarten Faden und einer schweren Kugel bestehen, deren Halbmesser nicht über eine Linie hælt.

ZWEITER ABSCHNITT.

Von dem gegenseitigen Verhalten der Kærper und ihrer Bestandtheile, vermæge der Wirkungen, die die Aggregationsanziehungen æussern.

§. 135.

Alle individuelle Bestimmungen, alle Verhaltungsweisen eines jeden Kærpers gegen jeden andern hængen unverænderlich mit den in jedem Naturdinge vertheilten ursprûnglichen Kraftæusserungen zusammen. Alle Verænderungen eines

Körper sind daher in Veränderungen der Bindungsakte seiner Urkräfte, oder in veränderten Neigungen zu Bindungen gegründet, die sich in ihm entwickeln, so bald er in einen Wirkungskreis versetzt wird, der von seinem vorherigen verschieden ist. Also sind alle Veränderungen eines Körpers von den veränderten Aggregationsanziehungen abhängig, die entweder zur niedrigsten Stufe ihrer Wirkungen, das ist, zu Flächenanziehungen gehören, oder zu höhern Stufen derselben, das ist, zu wechselseitigen Durchdringungen, bei welchen bald Trennungen der Körper in ungleichartige Individuen, bald Verbindungen ungleichartiger Individuen in einen durchaus gleichartigen Körper erfolgen. Die Wirkungen letzterer Art nennt man *chemische Prozesse*.

§. 136.

Die durch chemische Prozesse erzeugten Verbindungen belegt man mit dem

Namen *Mischungen*, *Zusammensetzungen* (synthesis, mixtio); die Trennungen hingegen *Scheidungen*, und den Körper, der abgesondert wird, *Edukt*; und endlich die Rezeptivitäten der Körper zu solchen Wahlanziehungen, *chemische Verwandtschaft* (affinitas chemica). Von dieser gibt es folgende Arten:

a) *Anneignende Verwandtschaft* (affinitas approprians); sie wird unter zwei Körpern durch die Aeusserungen der Aggregationsanziehungen eines dritten erzeugt, den man auch deshalb *Anneignungsmittel* (corpus approprians) nennt. Ein solches ist z. B. Kali, um Wasser mit Oel oder mit jeder fettigten Substanz zur Seife zu verbinden.

b) *Zusammensetzende, mischende Verwandtschaft, Verbindungsverwandtschaft* (affinitas compositionis, mixtionis, synthetica): die Wahlanziehung bringt blosse Verbindungen hervor.

c) *Wahlverwandtschaft* (affinitas electiva): mit der Verbindung erfolgt zugleich auch eine Scheidung. Die Rezeptivität der Körper, Verbindungen solcher Art unter einander einzugehen, nennt man *næhere Verwandtschaft*.

aa) Bei einer einfachen Scheidung und Mischung wird die Wahlverwandtschaft eine *einfache* (affinitas electiva simplex) genannt. Harz, der in Weingeist aufgelöst worden, scheidet sich von demselben, wenn Wasser hinzugethan wird, das sich alsdann mit dem Weingeiste verbindet. Eben so verbindet sich Kali mit der Schwefelsäure des Alauns, und eben so die Schwefelsäure mit dem Kali der Seife; und bei jener Verbindung scheidet sich die Thonerde, bei dieser das Oel. Eine Scheidung dieser Art heisst *Niederschlagung* (præcipitatio); der hinzugethane Körper, durch welchen sie erfolgt, *Fällungsmittel*, oder *Niederschlagungsmittel* (præcipitans); und der ab-

gesonderte Körper *Niederschlag* (præcipitatum).

bb) Bei einer zwiefachen, oder vielfachen Verbindung und Scheidung nennt man die Wahlverwandtschaft eine *doppelte*, oder *vielfache* (affinitas electiva duplex, s. multiplex). Wenn schwefelsaures Kali (arcanum duplicatum) und salpetersaures Quecksilber zusammen gebracht werden, so scheidet sich die Salpetersäure vom Quecksilber, und verbindet sich mit dem Kali, während sich die scheidende Salpetersäure mit diesem verbindet.

cc) Wahlverwandtschaften, die sich erst bei Verbindungen einzelner Theile der Körper unter einander entwickeln, führen den Namen *vorbereitende* (affinitas electiva prædisponens). Man bringe Zucker in vollkommene, oder konzentrirte Schwefelsäure, so entwickelt sich Wasser aus dem Zucker, der die Schwefelsäure verdünnt, und die übrigen Theile bringen

durch ihre Verbindung mit dem Kohlenstoff des Zuckers Essigsæure hervor.

§. 137.

Wenn Kærper ihren Mischungszustand unter einander verændern, oder in einander eindringen sollen: so muss wenigstens einer derselben flüssig, oder durch seine Verbindung mit einem flüssigen Kærper in einen flüssigen Zustand versetzt worden sein. Jede Verbindung eines starren Kærpers mit einem flüssigen heisst *Auflæsung* (solutio). Wegen des Antheils, den die Flüssigkeit an dieser Verbindung hat, wird der flüssige Kærper *Auflæsungsmittel* (menstruum solvens), der starre hingegen der *aufzulæsende Kærper* genannt. Da offenbar nur ein gewisses Quantum eines jeden von beiden sich mit einem gewissen Quantum des andern zu einem Kærper eigner Natur verbinden kann: so nennt man jenen Zustand, worin eine gewisse Quantitæt des einen das græsste Quantum des an-

dern durch diese Verbindung verändert hat, *Sættigung* (saturatio).

§. 138.

Unwandelbare Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten, die sich so allgemein bei den Mischungsveränderungen der Körper äussern, konnten dem sorgfältigen Beobachter nicht lange unbekannt bleiben, mussten Einheit in der unendlichen Mannigfaltigkeit der Erscheinungen vermuthen lassen. Man setzte daher mit Grunde alles Unveränderliche in unveränderliche Bestandtheile der Körper, und belegte sie mit dem Namen *Grundstoffe*, *Urstoffe*, *einfache Stoffe*, *Uranfænge* (elementa, principia prima s. primitiva). In der That macht ihre Begründung objektive Erfahrungen möglich, in so ferne sie für alle Naturbegebenheiten einen sichern Standpunkt gewähren, aus welchem sie nach materialen Naturgesetzen (Einleitung N.º IV.) beurtheilt werden können. Jede genauere Darstellung der-

selben erweitert daher die Erkenntnisse der Naturdinge. Nur muss man sie immer für das ansehen, was sie in der That sind, und der Natur der Sache nach sein können: sie sind Bindungsstufen der vertheilten ursprünglichen Kraftäusserungen, die nur in dem Wirkungskreise anderer Bindungsakte und Neigungen zu Bindungen, so wie sie einander wechselsweise in ihrer Wirksamkeit beschränken, wahrgenommen werden; und folglich sind sie einer individuellen Darstellung unfähig, ja eine solche ist völlig unmöglich. Materielle Produkte, denen man den Namen Grundstoffe vorzugsweise beilegen darf, scheinen folgende zu sein: *Elektrizitätsstoff* (principium electricum, principe électrique), *Wärmestoff* (principium caloris, calorique), *Lichtstoff* (principium lucis, lumière), *Wasserstoff* (hydrogenium, hydrogène), *Kohlenstoff* (carboneum, carbone), *Stickstoff* (azoticum, azote), *Phosphorstoff* (phosphoreum, phosphore),

Schwefelstoff (sulfureum, soufre), Stoff des *Magnets* (principium magneticum, principe magnétique), die Grundlagen der *Metalle*: in der *Platina* (platinum, platine), im *Golde* (aurum, or), *Silber* (argentum, argent), *Blei* (plumbum, plomb), *Kupfer* (cuprum, cuivre), *Eisen* (ferrum, fer), *Zinn* (stannum, étain), *Arsenik* (arsenicum, arsenic), *Wolfram* (wolframium, tungstène), *Molybdæn* (molybdænum, molybdène), *Magnesium* (magnesium, manganèse), *Wismuth* (bismuthum, bismuth), *Spiessglanz* (Stibium, antimoine), *Tellurium* (tellurium, tellure), *Zink* (zincum, zinc), *Quecksilber* (hydrargyrum, mercure), *Nickel* (niccolum, nickel), *Kobalt* (cobaltum, cobalt), *Chromium* (chromium, chrome), *Uran* (uranium, urane), *Titan* (titanium, titane).

§. 139.

Alle materielle Aeusserungen sind demnach Wirkungen von Grundstoffen; alle qualitative Verschiedenheit entspringt aus

dem verschiedenen quantitativen Verhältnisse jener Grundstoffe, und aus der verschiedenen Art ihrer Verbindung. Aber auch aus der Verbindung mehrerer Individuen entstehen Körper eigener Natur, und alsdann nennt man die Bestandtheile, die sich zunächst zu einem Individuum verbunden haben, die *næhern* oder *nächsten Bestandtheile* (*principia proxima*, s. *partes constitutivæ proximæ*); und diejenigen, aus welchen sie zusammen gesetzt sind, die *entfernten* (*principia remota*, *partes constitutivæ remotæ*). Es ist immer von vieler Wichtigkeit, bei den gegenseitigen Wirkungen der Körper sowohl ihre verschiedenen Bestandtheile, als auch die Verbindung derselben in Betrachtung zu ziehen. So wirkt z. B. die atmosphärische Luft theils durch die verschiedenen in ihr verbundenen Gasarten, und durch die Art und Weise ihrer Verbindung, theils durch die Grundstoffe jeder einzeln.

Die Flæchenanziehung (§. 135.) ist entweder *Zusammenhang* (cohæσιο), oder *Anhængung* (adhæσιο). Jenen æussert jeder Kœrper durch Widerstand gegen seine Trennung in gleichartige Theile; diese hingegen durch Widerstand gegen seine Entfernung von einer ihm anliegenden Flæche eines Kœrpers. Durch die Wirkungen ihres Zusammenhængungsvermögens nehmen flüssige Kœrper eine sphærische Gestalt an, bilden kleine Portionen derselben Tropfen, weil in dieser Form mehrere Punkte unter einander in Berührung sind, als in jeder andern; hingegen hat jene Erscheinung, dass flüssige Massen in verschiedenen Gefæssen sich an dem Rande ihrer Oberflæche mehr oder weniger erheben, ihren Grund in den Wirkungen des Anhængungsvermögens. Man unterscheidet noch die Zertheilung eines Kœrpers, bei welcher die Wirkungen des

Zusammenhængungsvermögens überwunden werden, von jener Trennungsart, die man durch chemische Prozesse hervorbringt, durch den Namen der *mechanischen Theilung*.

§. 141.

Flächenanziehungen, die eine dünne Schichte einer Flüssigkeit unter zwei Körpern hervorbringen, kann man mit dem Namen des *gebrochenen Anhängungsvermögens* belegen. Von dieser Art ist das feste Aneinanderhalten zweier starrer Körper, zwischen welche man irgend eine flüssige Substanz gebracht hat. So hängen auch starre Körper an einer und derselben Flüssigkeit mit verschiedener Kraft an, je nachdem sie mit irgend einer andern Flüssigkeit vorher angefeuchtet wurden; und wenn sich Flächenanziehungen zwischen starren und flüssigen Körpern in der unveränderten atmosphärischen sowohl, als auch in einer verdünnten Luft schon in Entfernungen von ohnge-

fæhr einer Viertellinie wahrnehmen lassen: so sind sie unstreitig ebenfalls in den Wirkungen des gebrochenen Anhængungsvermögens gegründet, das jene Körper durch die Mitwirkung der noch zwischen ihnen vorhandenen Luftmassen gegen einander æussern.

§. 142.

Das Bestreben zu Einigungen, das die verschiedenen ungleichartigen Grundstoffe in ihren Produkten hervorbringen, begründet unstreitig in eben demselben Verhältnisse Verwandtschaftsæusserungen (§. 136.) und Flæchenanziehungen in den næmlichen Körpern; so dass die Wirkungen der Durchdringungen und der Flæchenanziehungen nur dem Grade nach unterschieden, ihrer Ursachen nach aber vœllig einerlei sein müssen. Da sich aber beide Wirkungen in den Berührungspunkten zuerst æussern, so verhalten sie sich auch nothwendig bei densel-

ben Kørpern wie die Grössen der einander berührenden Flæchen.

§. 143.

Ein sehr geringer Zusammenhang eines flüssigen Kørpers macht die Bestimmung seines Anhængungsvermögens an starre Kørper æusserst schwierig, und in manchen Fællen unmöglich, wenn dasselbe durch den Widerstand gefunden werden soll, den es einer Trennung des starren Kørpers von dem flüssigen entgegen setzt. Denn ist der Zusammenhang um ein Merkliches geringer als die Adhæsion: so überwinden die angewandten Kræfte jenen ganz allein, indem sich eine ganze Schicht vom flüssigen Kørper mit losreisst. Sind aber Adhæsions- und Zusammenhangsvermögen beinahe einander gleich: so nähert sich jene Kraftanwendung dem Verhältnisse der Anhængung, da bei einer grössern Wirkung derselben sich auch unfehlbar eine grössere Menge Theile vom flüssigen Kørper

an den starren anhängen. Nur, wenn der Zusammenhang grösser als die Adhäsion ist, verhält sich die trennende Gewalt genau wie die letztere, weil jener durch dieselbe nicht überwunden wird. So verhält es sich z. B. bei der Anhängung des Quecksilbers an Glas, Marmor, und an einige Metalle.

§. 144.

In *Haarröhrchen* (tubi capillares), so nennt man Röhren, die an beiden Enden offen und ohngefähr noch kein Zehntel Zoll weit sind, erheben sich flüssige Körper, nach der Grösse ihres Anhängungsvermögens zu denselben, gegen ihre Schwere in die Höhe; und wenn die Röhren an und für sich von gleicher Beschaffenheit sind, so verhält sich die Höhe des Aufsteigens einer und derselben Flüssigkeit verkehrt, wie die Weiten oder die Durchmesser der Röhren. Man setze für die Durchmesser D, d ; für die Anhängungsäusserungen V, v ; für die

aufsteigenden Massen der Flüssigkeit M , m ; und für die Höhen ihrer Bewegung A , a : so ist $M : m = A D^2 : a d^2$; $V : v = M : m$; und $V : v = D : d$. Daher $M : m = D : d = A D^2 : a d^2$. Folglich $a d^2 D = A D^2 d$, $a d = A D$, und $A : a = d : D$. Diese Aeusserungen des Anhängungsvermögens finden sich bei den Bewegungen flüssiger Körper in Saugadern; auch Durchdringungen werden durch eben dieselben befördert. Wenn man zwei Platten starrer Körper unter einem sehr spitzen Winkel an einander hält, so bilden sie ein System von Haarröhrchen, deren Durchmesser von den beiden an einander liegenden Kanten allmählig zunimmt, und daher erheben sich flüssige Körper, die Anhängung gegen dieselben äussern, zwischen ihnen unter der Gestalt einer gleichseitigen Hyperbel.

§. 145.

Die Hervorbringung eines Naturdinges der Gattung nach nennt man *Zeugung*;

jede Wirkung derselben, wodurch aus unähnlich scheinenden Stoffen ähnliche Materien entstehen, *Assimilation*. Ein Körper heisst *organisirt*, wenn er durch die Zeugungsprozesse, die seine Theile wechselsweise gegen einander wirken, subsistirt; der Zusammenhang der Theile unter einander, *Organism*; die wahrnehmbaren Wirkungen desselben, *Lebensæusserungen*; und das dazu gehörige Wirkungsvermögen, *Leben*; und ein Körper, der mit demselben begabt ist, *belebt*.

§. 146.

Ein organisirter, oder belebter Körper hat die ihm eigenthümlichen Kräfte nicht anders, als durch die eigenthümliche Beschaffenheit seiner Theile, oder durch gewisse Normalmischungen, die sich in denselben selbst unter den mannigfachsten æussern Einwirkungen unverändert erhalten, und die selbst dieser Einwirkungen, oder vielmehr der Mitwirkungen

anorganischer Körper bedürfen, damit alle Theile ihre Zeugungsprozesse in denselben ausüben, dadurch Stoffe für einander hervorbringen, die sie einander zuführen müssen. Hieraus sieht man zugleich, wie der wirksame Einfluss unorganischer Körper zur Subsistenz der organischen unerlasslich nothwendig ist. So aber auch mit den gegenseitigen Wirkungen der einzelnen Theile. Nämlich die Zwischenzustände, durch welche jeder ihrer Uebergänge aus einem Zeugungsprozess in den andern erfolgt, sind nicht selbst Zeugungsprozesse; sonst würden ihre totalen Wirkungen unmöglich sein. Aus allem diesem erhellet, dass es vöellig ins Ungeräumte fället, Lebensäusserungen als Wirkungen irgend einer eigenen Grundkraft anzusehen, die nach andrer Weise wirken sollte, als den Gesetzen der Aggregationsanziehungen anderer Körper gemäss ist. Allein man darf ohne Widerrede die wirksame Beziehung aller

Theile gegen einander mit dem Namen *Lebenskraft* belegen. Ein organisirter Körper ist also ein System von Naturdingen, deren jedes wieder als ein System von chemischen Prozessen wirkt.

§. 147.

Jede Wirkung eines anorganischen Körpers auf einen organischen ist mit einer *zwiefachen Wechselwirkung* verbunden: die eine æussert sich *unmittelbar* in den einander berührenden Punkten, und die andere erfolgt *mittelbarer* Weise aus der dynamischen Kausalverbindung des affizirten Theils und dessen Verhältnissen mit den übrigen Theilen des Systems. Durch diese Mitwirkung geschieht es eigentlich, dass alle Wirkungen des organisirten Körpers eigener Art sind; so wie z. B. die Wirkungen des Lichts auf den Sehnerven, die Lichterscheinungen bei galvanischen Prozessen, die Wirkungen narkotischer Substanzen auf den thierischen Körper. Die mittelbaren Gegen-

wirkungen, die mit jeder æussern Einwirkung verbunden sind, nennt man *Erregungen*; die dazu gehöerigen eigenen Wirkungsvermögen eines jeden Theils des organisirten Kørpers, *Funktionen*; und seine Rezeptivität für eben diese Wirkungen, *Erregbarkeit*.

§. 148.

Jeder Einfluss auf einzelne Theile des belebten Kørpers, der andere Aeusserungen veranlasst, als den Funktionen gemæss ist, bringt nothwendig Størungen in dem ganzen System hervor, indem die organischen Normalprozesse und die davon abhængige Qualitæt der Theile verændert wird. Man nennt jede Reihe von Gegenwirkungen, die solche Størungen vermuthen lassen, *Reitzungen*, und was dieselben hervorbringt, *Reitze*. Diese sind ebenfalls *zwiefacher* Art: *Andrang* und *Uebermass* æusserer Einflüsse, oder *Abgang* und *Mangel* derselben. Beide vermindern die Kräfte des Systems: jene

durch die Anstrengungen, die sie veranlassen; diese aber, weil verschiedene Theile die ihnen zugehörigen Funktionen nicht ausüben, und folglich ihre Aeusserungen den Normalprozessen entgegen gesetzt sind.

§. 149.

Aus der Verbindung verschiedener Grundstoffe in verschiedenen quantitativen Verhältnissen entspringen ursprüngliche Gestaltungen, die man mit dem Namen *Grundbildungen* belegen kann; und aus regelmässigen Zusammenfügungen derselben entsteht ein solches Ebenmass in ihren Produkten, dass man durch einen Durchschnitt derselben zwei ähnliche Hälften erhält. Bei unorganischen Körpern nennt man diese regelmässige Gestalt *Krystall*, und bei organisirten Körpern *organische Struktur*.

§. 150.

Wegen der verschiedenen Lage und Ordnung der Grundbildungen und ihrer

verschiedenen Zusammenfügungen scheint ein jeder Körper aus abgesonderten Schichten zusammen gesetzt; jeder Körper ist aber auch in der That mit durchscheinenden Materien durchwebt, und man sagt daher, alle Körper seien *poræs*. Für das bewaffnete Auge gibt es wirklich keine vollkommene glatte oder ebene Fläche. Aus den Erhöhungen und Vertiefungen derselben erwächst nun ein Hinderniss der Bewegung, wenn Körper auf einander verschoben werden, und man belegt dasselbe mit dem Namen *Reibung* (*frictio*). Sie wächst nicht so sehr mit der Grösse der Oberfläche der auf einander bewegten Körper, als mit der Grösse des Druckes; sie ist am Anfange der Bewegung jederzeit am geringsten, und am grössten bei gleichartigen Körpern, die auf einander bewegt werden.

§. 151.

Das Zusammenhängungsvermögen eines Körpers überhaupt heisst *Soliditæt*;

in Beziehung auf die Zusammenfügungen seiner Grundbildungen, wodurch einer trennenden Gewalt ein merklicher Widerstand entgegen gesetzt wird, *Festigkeit* (firmitas); der Widerstand gegen die Trennung kleiner Partikelchen *Hærte*; ist aber derselbe sehr gering, so nennt man den Körper *weich*. Die Soliditæt widersteht jeder Abänderung in der Gestalt, die Festigkeit dem Zerreißen oder Zerbrechen, und die Hærte dem Ritzen oder Zerstossen. *Brüchig* nennt man einen Körper, der dem Zerbrechen oder Zerstossen einen geringen Widerstand leistet. Ein Körper, in welchem sich jeder Riss immer tiefer oder weiter verbreitet, als man ihn hervorbringen will, heisst *spræde*.

§. 152.

In einem und demselben Körper begründet das eigenthümliche Gefüge, oder die Anordnung der Theile verschiedene

Æusserungen des Zusammenhängungsvermögens:

a) Die Kräfte wirken dem Zusammenhängungsvermögen gerade von der Seite entgegen, wo dasselbe am grössten ist,

aa) um eine Trennung zu bewirken.

Hier nennt man den Widerstand *absolute Festigkeit*. Diese verhält sich bei durchaus gleichartigen Körpern, die von gleicher Länge sind, wie die Grösse ihres Umfanges. Verlängert die trennende Gewalt den Körper, bevor er zerreisst, so heisst derselbe *dehnbar* (*corpus ductile*). Sehr erhitztes Glas ist dehnbar. Mangel an Dehnbarkeit nennt man *Steifigkeit*. Auf diese hat man bei dem Gebrauch der Seile Rücksicht zu nehmen, da ihre Steifigkeit Hindernisse der Bewegung hervorbringt. Wenn der Körper seine vergrösserte Ausdehnung nicht wieder verändert, nachdem die äussere Gewalt entfernt ward: so ist er *zäh*. Gold, erweichtes Glas, ist dehnbar und *zäh*;

nimmt er aber seine vorherige Gestalt wieder an , so ist er *attraktiv elastisch*. Federharz ist attraktiv elastisch.

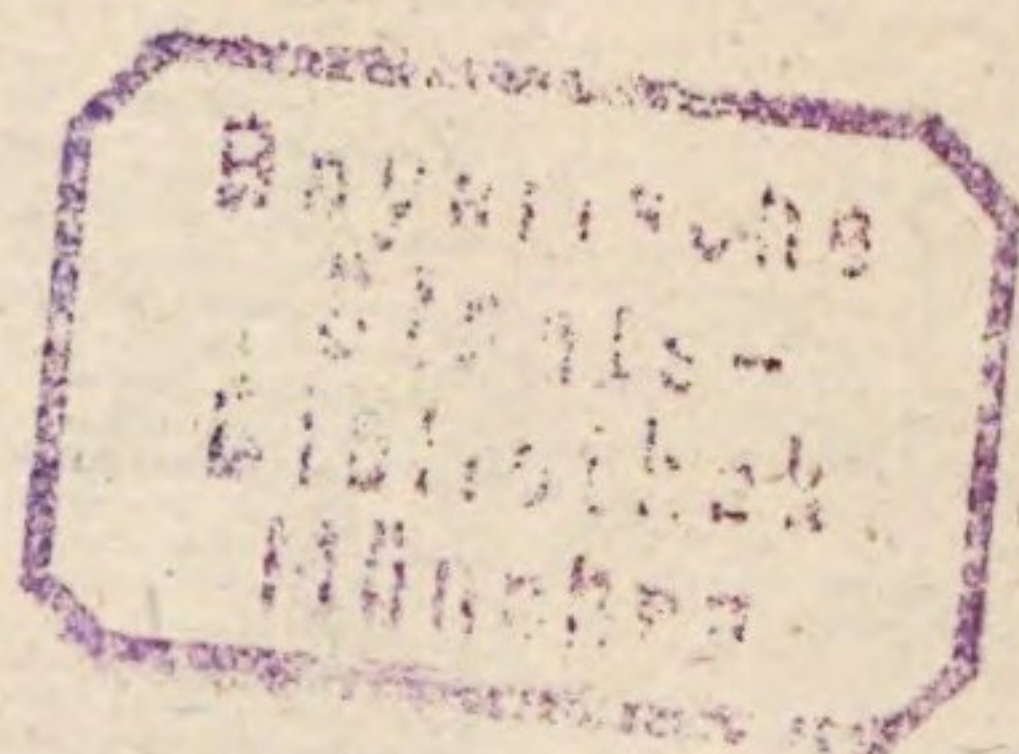
bb) um die Theile einander zu nähern. Hier ist die Aeusserung des Zusammenhängungsvermögens die *relative*, oder die *abgeleitete Festigkeit*. Diese ist ebenfalls im Verhältnisse des körperlichen Umfanges. Verändern die Theile ihre gegenseitige Lage vor ihrem Zerreißen, so ist der Körper *geschmeidig*. Spræde Körper sind zugleich auch ungeschmeidig. Bleibt jene veränderte Lage bei der Entfernung der æussern Gewalt, so nennt man den Körper *weichgeschmeidig*; im entgegen gesetzten Falle, *expansiv elastisch*.

b) Die trennende Gewalt wirkt gegen die Seite, wo die Aeusserungen des Zusammenhängungsvermögens am grössten sind, in durchschneidender Richtung. Hier widersteht die *respektive Festigkeit*. Bei dieser kommt offenbar das statische Mo-

ment (§. 98.), oder die Entfernung der wirkenden Kräfte von der Stelle, wo der Körper beim Brechen sich umbeugen muss, in Betracht; und daher ist das Verhältniss der respektiven Festigkeit zweier durchaus gleichartiger Parallelepipedon aus dem geraden Verhältnisse ihrer Breite, des Quadrates ihrer Dicke oder Höhe und dem verkehrten ihrer Länge zusammen gesetzt. Ein Körper heisst *biegsam*, wenn die gegenseitige Lage seiner Theile sich unter einander verändert, ehe sie brechen; *formbar*, wenn der Körper bei Entfernung der Gewalt in jener veränderten Lage bleibt; nimmt er aber seine vorige Gestalt wieder an, so nennt man ihn *reluktiv elastisch*. Die Eigenschaft der reluktiven und expansiven Elastizität kann man überhaupt mit dem Namen der *relativen Elastizität* belegen.

c) Die trennende Gewalt wirkt gegen die Seite des Körpers, wo die Aeusserun-

gen seines Zusammenhängungsvermögens am grössten sind, in schiefer Richtung. Dass hier der Widerstand aus den beiden vorigen Arten zusammen gesetzt ist, ist leicht einzusehen.



DRUCKFEHLER.

Seite	5	Zeile	2 von unten :	gestattet lies gestattet.
—	11	—	13	Ganzé l. Ganze.
—	26	—	3	Hauptstük l. Hauptsück.
—	27	—	3 von unten :	Achsen l. Axen.
—	63	—	15 §. 50 l. §. 51.	
—	66	und	67	Atome l. Atomen.
—	73	—	2	næmliche l. næmlich.
—	75	—	8	l. in allen.
—	77	—	7	Rupulsionen l. Repulsionen.
—	108	—	1	an die l. an den.

gen seines Zusammenhangs mit
den am grössten sind, in solcher Rich-
tung. Das hier der Widerstand aus den
beiden vorgehen Arten zusammen gesetzt
ist, ist leicht einzusehen.

Die beiden am grössten sind, in solcher Rich-
tung. Das hier der Widerstand aus den
beiden vorgehen Arten zusammen gesetzt
ist, ist leicht einzusehen.

DRUCKERLEHRE

1. Einleitung	1
2. Die Druckerei	2
3. Die Druckerei	3
4. Die Druckerei	4
5. Die Druckerei	5
6. Die Druckerei	6
7. Die Druckerei	7
8. Die Druckerei	8
9. Die Druckerei	9
10. Die Druckerei	10
11. Die Druckerei	11
12. Die Druckerei	12
13. Die Druckerei	13
14. Die Druckerei	14
15. Die Druckerei	15
16. Die Druckerei	16
17. Die Druckerei	17
18. Die Druckerei	18
19. Die Druckerei	19
20. Die Druckerei	20
21. Die Druckerei	21
22. Die Druckerei	22
23. Die Druckerei	23
24. Die Druckerei	24
25. Die Druckerei	25
26. Die Druckerei	26
27. Die Druckerei	27
28. Die Druckerei	28
29. Die Druckerei	29
30. Die Druckerei	30
31. Die Druckerei	31
32. Die Druckerei	32
33. Die Druckerei	33
34. Die Druckerei	34
35. Die Druckerei	35
36. Die Druckerei	36
37. Die Druckerei	37
38. Die Druckerei	38
39. Die Druckerei	39
40. Die Druckerei	40
41. Die Druckerei	41
42. Die Druckerei	42
43. Die Druckerei	43
44. Die Druckerei	44
45. Die Druckerei	45
46. Die Druckerei	46
47. Die Druckerei	47
48. Die Druckerei	48
49. Die Druckerei	49
50. Die Druckerei	50
51. Die Druckerei	51
52. Die Druckerei	52
53. Die Druckerei	53
54. Die Druckerei	54
55. Die Druckerei	55
56. Die Druckerei	56
57. Die Druckerei	57
58. Die Druckerei	58
59. Die Druckerei	59
60. Die Druckerei	60
61. Die Druckerei	61
62. Die Druckerei	62
63. Die Druckerei	63
64. Die Druckerei	64
65. Die Druckerei	65
66. Die Druckerei	66
67. Die Druckerei	67
68. Die Druckerei	68
69. Die Druckerei	69
70. Die Druckerei	70
71. Die Druckerei	71
72. Die Druckerei	72
73. Die Druckerei	73
74. Die Druckerei	74
75. Die Druckerei	75
76. Die Druckerei	76
77. Die Druckerei	77
78. Die Druckerei	78
79. Die Druckerei	79
80. Die Druckerei	80
81. Die Druckerei	81
82. Die Druckerei	82
83. Die Druckerei	83
84. Die Druckerei	84
85. Die Druckerei	85
86. Die Druckerei	86
87. Die Druckerei	87
88. Die Druckerei	88
89. Die Druckerei	89
90. Die Druckerei	90
91. Die Druckerei	91
92. Die Druckerei	92
93. Die Druckerei	93
94. Die Druckerei	94
95. Die Druckerei	95
96. Die Druckerei	96
97. Die Druckerei	97
98. Die Druckerei	98
99. Die Druckerei	99
100. Die Druckerei	100

Fig. 4

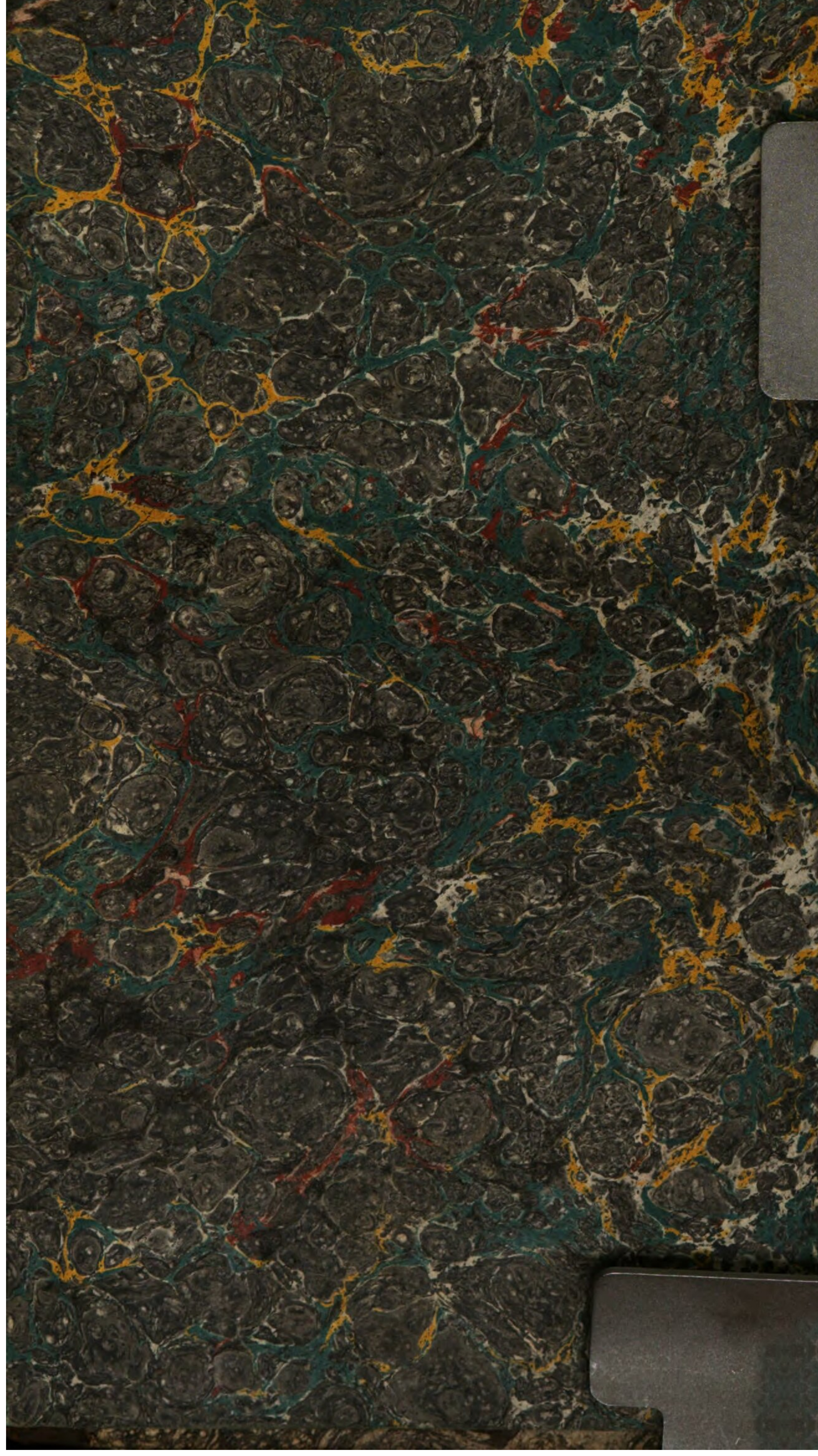
Fig. 5

c



XX 9.86
12.86







Anschel, Salomon

Anfangsgründe der Naturwissenschaft

Mainz 1801

Phys.g. 9

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10130476-8